COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 DÉCEMBRE 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Regnault lit un Mémoire ayant pour titre : *Relation des expériences entreprises par ordre de* M. le Ministre des Travaux publics, *et sur la demande de la Commission centrale des Machines à vapeur, dans le but de déterminer les principales lois et les données numériques qui entrent dans le calcul des machines à vapeur.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur le nombre et la forme des substitutions qui n'altèrent pas la valeur d'une fonction de plusieurs variables indépendantes; par* M. Augustin Cauchy.

§ Ier. — *Propriétés diverses des substitutions qui, étant semblables à une substitution donnée, n'altèrent pas la valeur d'une fonction de plusieurs variables.*

« Soient Ω une fonction de n variables indépendantes $x, y, z, \ldots$;
M le nombre de ses valeurs égales;
m le nombre de ses valeurs distinctes $\Omega, \Omega', \Omega'', \ldots$

On aura

(1) $$mM = N,$$

la valeur de N étant

$$N = 1.2.3...n.$$

Soient, d'ailleurs,

$$(2) \qquad 1, \ P, \ Q, \ R, \ldots, \ U, \ V, \ W$$

le système des substitutions conjuguées qui n'altèrent pas la valeur de Ω; et représentons par

$$(3) \qquad P, \ P', \ P'', \ldots$$

celles de ces substitutions qui sont semblables à une substitution donnée P. Enfin, soient

h le nombre des substitutions P, P', P'',...;
k le nombre de celles des fonctions Ω, Ω', Ω'',... qui ne sont pas altérées par la substitution P;
ϖ le nombre total des substitutions semblables à P, qui peuvent être formées avec les n variables $x, y, z, \ldots$;
ω le nombre de formes que peut revêtir la substitution P, exprimée à l'aide de ses facteurs circulaires, quand on s'astreint à faire occuper toujours les mêmes places, dans cette substitution, par des facteurs circulaires de même ordre.

D'après ce qu'on a vu dans les précédents Mémoires, on aura non-seulement

$$(4) \qquad \omega\varpi = N,$$

mais encore

$$(5) \qquad hm = k\varpi.$$

D'ailleurs, on tirera des équations (1) et (4)

$$(6) \qquad \frac{\varpi}{m} = \frac{M}{\omega}.$$

Donc, par suite, l'équation (5) donnera

$$(7) \qquad h\omega = kM.$$

Or, cette dernière formule renferme évidemment le théorème dont voici l'énoncé :

» 1er *Théorème.* Soient Ω une fonction de n variables indépendantes $x, y, z,\ldots$, et M le nombre de ses valeurs égales. Soient encore P l'une des substitutions qui n'altèrent pas Ω, et $P, P', P'',\ldots$ les substitutions, semblables à P, qui jouissent de la même propriété. Le nombre M sera un diviseur du nombre total des formes que peuvent revêtir les substitutions $P, P', P'',\ldots$ exprimées à l'aide de leurs facteurs circulaires, quand on s'astreint à faire occuper toujours les mêmes places, dans ces diverses substitutions, par des facteurs circulaires de même ordre.

» *Corollaire.* Supposons, pour fixer les idées, que P représente une substitution circulaire de l'ordre n. Alors on aura précisément

$$(8) \qquad \omega = n.$$

Alors aussi, Ω deviendra une fonction transitive des n variables $x, y, z,\ldots$, et l'on aura, par suite,

$$(9) \qquad M = n\mathfrak{M},$$

$\mathfrak{M}$ étant le nombre des valeurs égales de Ω considéré comme fonction des $n-1$ variables $y, z,\ldots$. Cela posé, en divisant par n les deux membres de la formule (7), on trouvera

$$(10) \qquad h = k\mathfrak{M},$$

et le 1er théorème sera réduit à la proposition suivante :

» 2e *Théorème.* Soit Ω une fonction transitive de n variables $x, y, z,\ldots$, et supposons que cette fonction ne soit pas altérée par une ou plusieurs substitutions circulaires de l'ordre n. Le nombre h de ces substitutions circulaires aura pour diviseur le nombre des valeurs égales de Ω considéré comme fonction des $n-1$ variables $y, z,\ldots$.

» *Corollaire.* Si les seules substitutions circulaires de l'ordre n, qui jouissent de la propriété de ne pas altérer Ω, se réduisent à des puissances d'une même substitution P, h sera précisément le nombre des entiers premiers à n. Donc alors, le nombre des entiers premiers à n aura pour diviseur le nombre des valeurs égales de Ω considéré comme fonction de $n-1$ variables.

» 1er *Exemple.* Concevons que Ω représente une fonction transitive de cinq variables x, y, z, u, v. Le nombre de ses valeurs égales étant un multiple de 5, on trouvera nécessairement des substitutions du cinquième ordre parmi celles qui n'altéreront pas la valeur de Ω. Cela posé, il résulte du

2e théorème que, dans le cas où ces substitutions du cinquième ordre se réduisent aux puissances

$$P^1, P^2, P^3, P^4,$$

d'une même substitution P, le nombre $\mathfrak{M}$ de valeurs égales de Ω considéré comme fonction des quatre variables y, z, u, v, doit être un diviseur de 4. Donc alors, $\mathfrak{M}$ ne peut être que l'un des nombres 1, 2, 4.

» 2e *Exemple.* Concevons que Ω représente une fonction transitive de six variables x, y, z, u, v, w, et supposons que parmi les substitutions qui n'altèrent pas la valeur de cette fonction, on trouve des substitutions circulaires du sixième ordre, représentées par des puissances d'une même substitution circulaire P. Ces puissances ne pourront être que P et P^5, et, par suite, le nombre 2, c'est-à-dire le nombre des entiers premiers à 6, aura pour diviseur le nombre $\mathfrak{M}$ des valeurs égales de Ω considéré comme fonction des cinq variables y, z, u, v, w. Donc alors $\mathfrak{M}$ ne pourra être que 1 ou 2.

» Concevons maintenant que, Ω étant une fonction quelconque des n variables $x, y, z, \ldots$, on nomme

$$(3) \qquad P, \quad P', \quad P'', \ldots$$

les substitutions qui, étant semblables entre elles et à une certaine substitution P, déplacent toutes les variables sans altérer la valeur de Ω. Soit, d'ailleurs,

$$(11) \qquad 1, \quad \mathfrak{P}, \quad \mathfrak{Q}, \quad \mathfrak{R}, \ldots$$

le système des substitutions conjuguées qui n'altèrent pas Ω considéré comme fonction des $n-1$ variables $y, z, \ldots$. Si l'on nomme $\mathfrak{s}$ l'un quelconque des termes de la série (11), le produit

$$\mathfrak{s} P \mathfrak{s}^{-1}$$

représentera certainement une substitution qui, étant semblable à P, n'altérera pas Ω considéré comme fonction des n variables $x, y, z, \ldots$ Donc ce produit devra se réduire à l'une des substitutions

$$P, \quad P', \quad P'', \ldots;$$

en sorte qu'on aura

$$(12) \qquad \mathfrak{s} P \mathfrak{s}^{-1} = Q,$$

Q désignant encore un terme de la série (3), mais un terme tel que la variable x appartienne à des facteurs circulaires du même ordre dans les deux substitutions P et Q. Donc on pourra déterminer $\mathcal{S}$ à l'aide d'une équation symbolique de la forme

$$\mathcal{S} = \binom{Q}{P},$$

en suivant la règle établie par le théorème dont voici l'énoncé :

» 3ᵉ *Théorème.* Soit Ω une fonction de n variables $x, y, z, \ldots$. Soient encore P l'une des substitutions qui déplacent toutes ces variables, sans altérer la valeur de Ω, et

$$(13) \qquad P, \quad Q, \quad R, \ldots$$

les diverses substitutions qui, étant toutes semblables à P, et douées de la même propriété, présentent toutes la variable x dans des facteurs circulaires de même ordre. Soit enfin

$$1, \quad \mathfrak{P}, \quad \mathfrak{Q}, \quad \mathfrak{R}, \ldots$$

le système des substitutions conjuguées qui, en laissant la variable x immobile, n'altèrent pas la valeur de Ω, considéré comme fonction des $n-1$ variables $y, z, \ldots$. L'une quelconque $\mathcal{S}$ des substitutions

$$\mathfrak{P}, \quad \mathfrak{Q}, \quad \mathfrak{R}, \ldots$$

pourra se déduire de la substitution P comparée à un certain terme de la suite (13), et sera donnée en conséquence par une équation de la forme

$$(14) \qquad \mathcal{S} = \binom{Q}{P},$$

pourvu qu'après avoir exprimé les deux substitutions P, Q à l'aide de leurs facteurs circulaires, et assigné les mêmes places, dans les deux substitutions, non-seulement aux facteurs circulaires de même ordre, mais encore à la variable x, on réduise P et Q à de simples arrangements par la suppression des parenthèses et des virgules interposées entre les diverses variables. Ajoutons que l'on pourra prendre pour Q, ou un terme de la série (13), distinct de P, ou même une seconde forme de la substitution P, distincte de la première.

» *Corollaire* 1ᵉʳ. Les formules (12) et (14) établissent des relations remar-

quables entre les substitutions

$$\mathfrak{P},\quad \mathfrak{Q},\quad \mathfrak{R},\ldots,$$

qui, sans altérer une fonction Ω de n variables $x, y, z,\ldots$, déplacent seulement quelques-unes de ces variables, en laissant x immobile, et les substitutions

$$P,\quad Q,\quad R,\ldots,$$

qui, étant semblables entre elles, et renfermant toutes la variable x dans des facteurs circulaires de même ordre, déplacent, sans altérer Ω, toutes les variables. Ces deux espèces de substitutions se trouvent tellement liées les unes aux autres, qu'étant données les substitutions $\mathfrak{P}, \mathfrak{Q}, \mathfrak{R},\ldots$, avec l'une des substitutions

$$P,\ Q,\ R,\ldots,$$

on peut déterminer le système de ces dernières à l'aide de la formule (12). Lorsqu'au contraire on donne les substitutions

$$P,\ Q,\ R,\ldots,$$

les valeurs de $\mathfrak{s}$, déterminées par la formule (14), sont les divers termes d'une suite dans laquelle se trouvent nécessairement comprises les substitutions $\mathfrak{P}, \mathfrak{Q}, \mathfrak{R},\ldots$.

» *Corollaire* 2ᵉ. Lorsque P représente une substitution circulaire de l'ordre n, exprimée à l'aide des variables écrites l'une après l'autre et séparées par des virgules, il est impossible de donner à P une seconde forme semblable à la première et distincte de la première, sans déplacer x. Donc alors on ne peut supposer $Q = P$ dans l'équation (12) ou (14), sans réduire $\mathfrak{s}$ à l'unité. Il y a plus : lorsque P représentera une substitution circulaire de l'ordre n, les formes des substitutions

$$P, Q, R,\ldots$$

seront complétement déterminées si, dans chacune d'elles, on assigne à la variable x une place déterminée, la première place par exemple. Donc alors la formule (14) fournira pour chaque valeur de Q une seule valeur de $\mathfrak{s}$; mais, Q venant à varier, $\mathfrak{s}$ variera nécessairement. En conséquence, on peut énoncer la proposition suivante :

» 4ᵉ *Théorème*. Soit Ω une fonction de n variables indépendantes x, y,

$z, \ldots$ Supposons d'ailleurs que certaines substitutions circulaires de l'ordre n n'altèrent pas la valeur de Ω, et soient

$$P, Q, R, \ldots$$

les substitutions circulaires de l'ordre n qui jouissent de cette propriété. Si, après avoir représenté chacune d'elles à l'aide des diverses variables séparées par des virgules, en assignant toujours la première place à la variable x, on réduit $P, Q, R, \ldots$ à de simples arrangements, les divers termes de la suite

$$(15) \qquad \binom{P}{P} = 1, \quad \binom{Q}{P}, \quad \binom{R}{P}, \ldots$$

seront tous distincts les uns des autres, et cette même suite renfermera toutes les substitutions

$$1, \mathcal{P}, \mathcal{Q}, \mathcal{R}, \ldots$$

qui, sans altérer Ω, déplaceront seulement les $n-1$ variables $y, z, \ldots$, ou quelques-unes d'entre elles, en laissant immobile la variable x.

» Supposons à présent que, P, $\mathcal{P}$ étant toujours deux substitutions qui n'altèrent pas la valeur de Ω, la lettre P représente ou une substitution circulaire de l'ordre n, ou même l'une quelconque des substitutions qui déplacent la variable x. Supposons, au contraire, que $\mathcal{P}$, étant une substitution circulaire de l'ordre $n-1$, déplace seulement les $n-1$ variables $y, z, \ldots$; et, en désignant par l un nombre entier quelconque, posons

$$(16) \qquad P_l = \mathcal{P}^l P \mathcal{P}^{-l}.$$

En vertu de la formule (16), P_l reprendra toujours la même valeur quand on fera croître ou décroître l d'un multiple de $n-1$, en sorte qu'on aura, par exemple,

$$\begin{aligned} P_0 &= P_{n-1} = P_{2(n-1)} = \ldots = P, \\ P_l &= P_n = P_{2n-1} = \ldots = \mathcal{P} P \mathcal{P}^{-1}, \\ &\text{etc.}, \\ P_{n-2} &= P_{2n-3} = P_{3n-4} = \ldots = \mathcal{P}^{n-2} P \mathcal{P}^{-n+2}. \end{aligned}$$

De plus, les divers termes de la suite

$$(17) \qquad P_0 = P, \quad P_1, \quad P_2, \quad \ldots, \quad P_{n-2}$$

seront certainement distincts les uns des autres. En effet, nommons s la variable dont x prend la place quand on effectue la substitution P. Cette variable s se trouvera remplacée, dans les divers termes de la série (17), par les diverses variables qui succèdent à s quand on effectue les substitutions

$$(18)\qquad 1,\ \mathfrak{P},\ \mathfrak{P}^2,\ \ldots,\ \mathfrak{P}^{n-2}.$$

Mais $\mathfrak{P}$ étant, par hypothèse, une substitution circulaire de l'ordre $n-1$, les variables qui succéderont à s en vertu des substitutions (18) se confondront respectivement avec les $n-1$ variables que renferme la substitution $\mathfrak{P}$, c'est-à-dire avec les variables $y, z, \ldots$ écrites à la suite l'une de l'autre, dans l'ordre qu'indique la substitution $\mathfrak{P}$, quand on assigne la première place à la variable s. Donc, les deux variables dont x viendra prendre la place dans deux des substitutions

$$P_0,\quad P_1,\quad P_2,\ \ldots,\ P_{n-2}$$

seront toujours deux variables distinctes; et il est clair qu'on pourrait en dire autant de deux variables qui succéderaient à x dans deux de ces mêmes substitutions. Donc, la série (17) n'offrira pas de termes égaux. Cela posé, désignons, comme ci-dessus, par

$$(11)\qquad 1,\ \mathfrak{P},\ \mathfrak{Q},\ \mathfrak{R},\ldots$$

le système des substitutions conjuguées qui, en laissant immobile la variable x, déplacent seulement les variables $y, z, \ldots$ ou quelques-unes d'entre elles, sans altérer la valeur de Ω. Les divers termes compris dans le tableau

$$(19)\qquad \left\{\begin{array}{llll} 1, & \mathfrak{P}, & \mathfrak{Q}, & \mathfrak{R},\ldots, \\ P, & \mathfrak{P}P, & \mathfrak{Q}P, & \mathfrak{R}P,\ldots, \\ P_1, & \mathfrak{P}P_1, & \mathfrak{Q}P_1, & \mathfrak{R}P_1,\ldots, \\ \text{etc.}, & & & \\ P_{n-2}, & \mathfrak{P}P_{n-2}, & \mathfrak{Q}P_{n-2}, & \mathfrak{R}P_{n-2},\ldots \end{array}\right.$$

seront nécessairement distincts les uns des autres. Car, si l'on suppose égaux entre eux deux termes de ce tableau représentés par les produits

$$\mathfrak{S}P_l,\quad \mathfrak{T}P_{l'},$$

dans lesquels $\mathfrak{S}$, $\mathfrak{T}$ désignent deux termes de la suite (11), l'équation

$$(20)\qquad \mathfrak{S}P_l = \mathfrak{T}P_{l'}$$

entraînera la formule

$$\mathfrak{T}^{-1}\mathfrak{S} = P_{l'} P_{l}^{-1};$$

et, comme le premier membre de cette formule sera encore un terme de la suite (11), c'est-à-dire une substitution en vertu de laquelle x restera immobile, le second membre devra remplir la même condition. Donc, si l'on conçoit que x succède à s en vertu de la substitution P_l, et par conséquent s à x en vertu de la substitution inverse P_l^{-1}, la substitution $P_{l'}$ devra ramener x à la place de s, ce qui suppose $l' = l$, et par suite,

$$P_{l'} = P_l.$$

Mais, lorsque cette dernière condition sera remplie, l'équation (20) donnera

$$\mathfrak{S} = \mathfrak{T},$$

et par conséquent elle ne poura être admise, si l'on suppose $\mathfrak{T}$ distinct de $\mathfrak{S}$. Ce n'est pas tout : on prouvera encore de la même manière que les divers termes du tableau

$$(21)\quad \left\{\begin{array}{llll} 1, & \mathfrak{P}, & \mathfrak{Q}, & \mathfrak{R},\ldots, \\ P, & P\mathfrak{P}, & P\mathfrak{Q}, & P\mathfrak{R},\ldots, \\ P_1, & P_1\mathfrak{P}, & P_1\mathfrak{Q}, & P_1\mathfrak{R},\ldots, \\ \text{etc.}, & & & \\ P_{n-2}, & P_{n-2}\mathfrak{P}, & P_{n-2}\mathfrak{Q}, & P_{n-2}\mathfrak{R},\ldots \end{array}\right.$$

seront tous distincts les uns des autres. Enfin, l'on peut affirmer que l'un quelconque des termes du tableau (19) se confondra toujours avec l'un des termes du tableau (21), c'est-à-dire que l étant un nombre entier quelconque, et $\mathfrak{S}$ l'une quelconque des substitutions (11), on pourra choisir un autre nombre entier l' et une autre substitution $\mathfrak{T}$ prise dans la série (11), de manière à vérifier l'équation linéaire

$$(22)\qquad P_{l'}\mathfrak{T} = \mathfrak{S}P_l.$$

Effectivement, nommons s la variable qui succède à x, en vertu de la substitution $\mathfrak{S}P_l$. La substitution $\mathfrak{T}$, déterminée par la formule (22), savoir,

$$(23)\qquad \mathfrak{T} = P_{l'}^{-1}\mathfrak{S}P_l,$$

ramènera certainement x à la place que cette variable occupait primitivement dans la fonction Ω, si l'on prend pour $P_{l'}$ celle des substitutions (17) qui fait succéder s à x, puisqu'alors la substitution inverse $P_{l'}^{-1}$ aura pour effet de faire succéder x à s. Donc alors la valeur de $\mathfrak{S}$, déterminée par la formule (23), sera non-seulement une dérivée des substitutions (11) et (17), par conséquent l'une des substitutions qui n'altèrent pas Ω, mais encore l'une de celles qui laissent immobile la variable x. Elle se réduira donc à l'un des termes de la série (17). On peut donc énoncer encore la proposition suivante :

» 5e *Théorème.* Soient Ω une fonction de n variables indépendantes x, y, z,..., et

$$P, \quad \mathfrak{P}$$

deux substitutions qui n'altèrent pas sa valeur. Supposons, d'ailleurs, que la substitution P, étant régulière ou irrégulière, déplace la variable x, et que la substitution $\mathfrak{Q}$, étant circulaire, déplace les $n-1$ variables $y, z, \ldots$ en laissant immobile la variable x. Enfin, posons généralement

$$\mathfrak{P}_l = \mathfrak{P}^l \, P \, \mathfrak{P}^{-l},$$

l étant un nombre entier quelconque; et nommons

$$1, \quad \mathfrak{P}, \quad \mathfrak{Q}, \quad \mathfrak{R}, \ldots$$

le système des substitutions conjuguées qui, sans altérer Ω, déplacent les $n-1$ variables $y, z, \ldots$, ou quelques-unes d'entre elles. Non-seulement les $n-1$ termes de la suite

$$P_0 = P, \quad P_1, \quad P_2, \ldots, \quad P_{n-2},$$

qui représenteront des substitutions semblables entre elles, seront tous distincts les uns des autres; mais on pourra en dire autant des divers termes du tableau (19) et des divers termes du tableau (21); et par conséquent, si l'on nomme $\mathfrak{S}$ un terme quelconque de la série (11), toute substitution de la forme

$$\mathfrak{S} P_l$$

sera en même temps un terme de la forme

$$P_l \mathfrak{S}.$$

» *Corollaire* 1er. Soit $\mathfrak{M}$ le nombre des termes de la série (11). Le nombre des termes compris dans chacun des tableaux (19), (21), sera évidemment représenté par le produit

$$n\mathfrak{M}.$$

» *Corollaire* 2e. Dans le cas où, comme nous le supposons ici, Ω n'est altéré ni par une substitution P qui déplace la variable x, ni par une substitution circulaire du degré $n-1$, en vertu de laquelle x demeure immobile, Ω est nécessairement une fonction transitive de n et même de $n-1$ variables. Donc alors le nombre M des valeurs égales de Ω, ou, ce qui revient au même, le nombre M des substitutions

(3) $$1,\ \mathrm{P},\ \mathrm{Q},\ \mathrm{R},\ldots,\ \mathrm{U},\ \mathrm{V},\ \mathrm{W},$$

qui n'altèrent pas Ω, est déterminé par la formule

$$M = n\mathfrak{M},$$

et ces substitutions se réduisent aux divers termes de chacun des tableaux (19), (21). Donc alors aussi les substitutions (2) se réduisent aux dérivées de la substitution P, jointe aux substitutions conjuguées

(11) $$1,\ \mathfrak{P},\ \mathfrak{Q},\ \mathfrak{R},\ldots$$

qui n'altèrent pas Ω considéré comme fonction des $n-1$ variables $y, z,\ldots$

» *Corollaire* 3e. Lorsque, Ω étant une fonction transitive de n et même de $n-1$ variables, $n-1$ est un nombre premier; alors, parmi les substitutions qui, sans altérer Ω, déplacent $n-1$ variables, se trouvent nécessairement des substitutions circulaires de l'ordre $n-1$. Donc alors les substitutions qui n'altèrent pas Ω se réduisent aux dérivées des substitutions diverses qui laissent la variable x immobile, et d'une seule substitution prise parmi celles qui déplacent la variable x.

§ II. — *Sur le nombre des substitutions qui n'altèrent pas une fonction de plusieurs variables indépendantes.*

» Soient Ω une fonction transitive de n variables $x, y, z,\ldots$;
m le nombre de ses valeurs distinctes $\Omega, \Omega', \Omega'',\ldots$;
M le nombre de ses valeurs égales.

» Soient encore P l'une des substitutions qui n'altèrent pas la valeur de Ω;

ϖ le nombre des substitutions semblables à P qui peuvent être formées avec les variables $x, y, z, \ldots$;

h le nombre des substitutions semblables à P qui n'altèrent pas la valeur de Ω;

k le nombre de celles des fonctions $\Omega, \Omega', \Omega'', \ldots$ qui ne sont pas altérées par la substitution P.

» Comme nous l'avons vu dans le précédent Mémoire, on aura non-seulement

(1) $$mM = N,$$

la valeur de N étant

$$N = 1.2.3\ldots n,$$

mais encore

(2) $$M = \Sigma h,$$

la somme qu'indique le signe Σ s'étendant aux divers systèmes de substitutions semblables entre elles; et

(3) $$hm = k\varpi.$$

» Soit maintenant r le nombre des variables qui restent immobiles quand on effectue la substitution P; soient encore

$$a, b, c, \ldots,$$

les nombres égaux ou inégaux qui représentent les ordres des divers facteurs circulaires de cette substitution réduite à sa plus simple expression. Enfin, pour mieux indiquer la forme de cette substitution à laquelle se rapportent les quantités exprimées par les lettres

$$\varpi, h, k, \ldots,$$

plaçons au bas de ces lettres, comme indices, les nombres $a, b, c, \ldots$, en écrivant

$$\varpi_{a, b, c, \ldots}, \quad h_{a, b, c, \ldots}, \quad k_{a, b, c, \ldots}$$

au lieu de ϖ, h, k. Si l'on nomme H_{n-r} le nombre total des substitutions qui,

sans altérer Ω, déplacent $n-r$ variables, en laissant les r autres variables immobiles, on aura

(4) $$H_{n-r} = \Sigma h_{a,b,c,\ldots},$$

la somme qu'indique le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs de $a, b, c, \ldots$, égales ou inégales, mais supérieures à l'unité, qui vérifient l'équation

(5) $$a + b + c + \ldots = n - r.$$

Cela posé, la formule (2) donnera simplement

(6) $$M = \Sigma H_{n-r},$$

la somme qu'indique le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs de r comprises dans la suite

$$0, \quad 1, \quad 2, \quad \ldots, \quad n-1, \quad n,$$

et les valeurs de H_0, H_1 étant respectivement

$$H_0 = 1, \quad H_1 = 0.$$

Quant à la formule (3), elle deviendra

(7) $$h_{a,b,c,\ldots}\, m = k_{a,b,c,\ldots}\, \varpi_{a,b,c,\ldots}$$

» Lorsque Ω est une fonction transitive de n, de $n-1$, de $n-2, \ldots$, et même de $n-l+1$ variables, on peut aux formules (4), (6) et (7) joindre les formules analogues qu'on obtient en considérant Ω comme fonction de $n-1$, de $n-2$, ou de $n-l$ variables seulement. Dans ces nouvelles formules, analogues aux premières, les quantités

$$m \quad \text{et} \quad k_{a,b,c,\ldots}$$

conservent toujours les valeurs qu'elles avaient dans les équations (4), (6) et (7). Mais il n'en est plus de même des quantités

$$M, \quad H_{n-r}, \quad h_{a,b,c,\ldots}, \quad \varpi_{a,b,c,\ldots},$$

dont les valeurs sont modifiées. Si, pour fixer les idées, on veut passer des formules (4), (6) et (7) aux formules analogues, qu'on obtiendra en considé-

rant Ω comme fonction de $n - l$ variables, on devra, dans les formules (4) (6) et (7), diviser M par le produit

$$n(n-1)\ldots(n-l+1),$$

et

$$\mathrm{H}_{n-r},\quad h_{a,b,c,\ldots},\quad \varpi_{a,b,c,\ldots}$$

par le nombre entier θ_{n-r}, que détermine la formule

$$\theta_{n-r} = \frac{n(n-1)\ldots(n-l+1)}{r(r-1)\ldots(r-l+1)}. \tag{8}$$

Ajoutons que les quotients ainsi obtenus devront encore être des nombres entiers.

» Dans un prochain article, je donnerai de nombreuses applications des principes établis dans le présent Mémoire et dans ceux qui l'ont précédé. Je ferai voir, en particulier, comment, à l'aide de ces principes, on parvient à constater non-seulement l'existence de la fonction transitive Ω de six variables

$$x,\ y,\ z,\ u,\ v,\ w,$$

qui offre cent vingt valeurs égales, par conséquent six valeurs distinctes, et que l'on peut caractériser en disant qu'elle n'est pas altérée par les dérivées des trois substitutions circulaires

$$\mathrm{P} = (x, y, z, u, v, w),\quad \mathrm{Q} = (z, y, u, w, v),\quad \mathrm{R} = (y, z, w, v),$$

ou, ce qui revient au même, par les dérivées des deux substitutions P et Q, ou P et R; mais encore l'existence d'une autre fonction transitive des mêmes variables, qui offre soixante valeurs égales, par conséquent douze valeurs distinctes, et que l'on peut caractériser en disant qu'elle n'est pas altérée par les dérivées des trois substitutions régulières

$$\mathrm{P}^2 = (x, z, v)(y, u, w),\quad \mathrm{Q} = (z, y, u, w, v),\quad \mathrm{R}^2 = (y, w)(z, v),$$

ou, ce qui revient au même, par les dérivées des deux substitutions P^2 et Q. »

M. **Duvernoy**, en faisant hommage à l'Académie du tome VIIIe des *Leçons d'Anatomie comparée*, comprenant les organes de la génération et des sécrétions, par *Georges Cuvier* et *G.-L. Duvernoy*, 2e édition, lit la Notice suivante sur le caractère scientifique de cette publication et sur la part qu'il a eue à la première et à cette seconde édition :

« Je termine, avec ce volume, la tâche longue et difficile de mettre au courant de la science actuelle, après quarante années de progrès, la seconde livraison ou les trois derniers tomes (1) de l'ouvrage auquel on accorde généralement le mérite d'avoir constitué, comme science, l'anatomie comparée.

» Ce travail sera probablement, encore quelque temps, très-ingrat pour la juste appréciation des services que celui qui l'a entrepris a pu rendre à la science.

» Cette science n'a cessé d'avancer de 1805 à 1845. M. Cuvier, qui a marqué et commencé, dès l'ouverture de son premier cours au Jardin des Plantes (le 22 décembre 1795), il y a précisément un demi-siècle, l'époque physiologique de l'anatomie comparée, a continué de marcher à sa tête, jusqu'à l'année malheureuse de 1832, et de lui imprimer, du moins dans quelques-unes de ses parties, la puissante impulsion de son incessante activité.

» Je ne reviendrai pas sur les détails de la part que j'avais eue à la première édition, et sur laquelle je me suis expliqué avec sincérité dans plusieurs occasions solennelles (2); ni sur l'espoir que j'avais, en acceptant la proposition de M. Cuvier, d'entreprendre ce grand travail de révision et de refonte (3), de le faire avec lui (4), à côté de lui, et avec tous les secours si précieux que sa position lui donnait, et qui m'auraient permis de multiplier, sans perte de temps, comme pour la première édition, les observations les plus nombreuses et les plus nouvelles.

---

(1) La première livraison, formant deux volumes rédigés par M. Duméril, avait paru en 1800. La seconde, que je publiai avec M. Cuvier, en 1805, ne se composait proprement que de deux volumes et demi de texte, formant les tomes III, IV et V de tout l'ouvrage; la moitié du cinquième volume ayant été employée pour les planches et leur explication.

(2) *Voir* ma Notice adressée à l'Académie des Sciences, en juillet 1832, et celle de 1844, pages 11-17; et le premier fascicule de mes Leçons au Collége de France; Paris, 1839 : surtout le post-scriptum des pages 104 et suivantes.

(3) *Voir* la Note qu'il m'a adressée à Strasbourg déjà en novembre 1827, et dont j'ai fait faire un *fac-simile* qui doit être joint aux exemplaires de cette seconde édition.

(4) M. Cuvier s'était réservé les deux premiers volumes de la première édition.

» Mais il sera facile de comprendre les droits que me donnait ma première coopération, et les devoirs que m'imposait la promesse que j'avais faite à M. Cuvier : devoir que je n'ai pu remplir qu'avec beaucoup de lenteur, par suite de la fatalité qui m'a éloigné de cette position si favorable dont je viens de parler.

» Avant d'indiquer, en aperçu, quelques-uns des changements, des perfectionnements que les progrès d'une science d'observation qui a marché pendant quarante années consécutives, ont rendu indispensables, et que j'ai pris sur moi d'introduire dans cette nouvelle édition, changements qui lui donnent une tout autre physionomie, et pour le fond et pour la forme; je crois devoir rappeler quelques-unes des circonstances de la première publication de cet ouvrage, et le caractère général que la science y montrait dès son origine.

» Les trois volumes de ma rédaction comprenaient essentiellement la *description des organes de nutrition,* et *ceux de la génération,* dont les uns entretiennent la vie individuelle, et les autres la vie de l'espèce.

» Ceux des *sécrétions* s'y trouvaient réunis, comme une dépendance des fonctions de nutrition, qui est la plus générale des sécrétions; et ceux de la *voix,* comme annexes des organes de la respiration aérienne.

» C'était au mois d'octobre 1803 que j'avais commencé la tâche, que mon illustre ami avait bien voulu m'abandonner dans cette œuvre commune, et, le 15 septembre 1805, nous allions ensemble offrir à M. de Lacépède le premier exemplaire des trois volumes, dont l'impression venait d'être terminée, et qui lui étaient dédiés.

» Dorénavant, disais-je en chemin à M. Cuvier, il y aura peu à ajouter à notre exposé des formes organiques et des structures les plus apparentes; mais il faudra nous occuper, à présent, pour compléter cette première esquisse, de la structure intime des organes.

» Sans doute je me faisais illusion sur la suffisance des détails principaux de forme et de structure que renfermait cet ouvrage; parce qu'à cette époque, on avait trop de foi aux ressemblances organiques des animaux d'une même classe, et qu'on n'avait qu'une idée incomplète des différences qui peuvent exister, même en descendant jusqu'aux groupes inférieurs de la méthode naturelle. Mais j'avais pressenti, dès ce moment, les progrès que l'anatomie microscopique, que les recherches sur la structure intime des organismes, pouvaient faire faire à la science, dont la première esquisse complète venait d'être achevée.

» Ce livre est devenu un point de départ, un terme de comparaison,

pour juger des progrès dont l'anatomie comparée était susceptible, et du mérite de ceux qu'un grand nombre d'anatomistes lui ont fait faire jusqu'à l'époque actuelle.

» Il est peu de ces progrès, d'ailleurs, dont on ne trouve les germes plus ou moins développés dans notre première esquisse.

» J'espère que bien des pages de l'édition actuelle, où l'ancien texte a été scrupuleusement conservé, et distingué du nouveau texte par les crochets [ ] qui séparent celui-ci, mettront cette proposition en évidence, et la rendront incontestable.

» Il ne sera pas hors de propos d'en citer quelques exemples, à cause de leur actualité.

» 1°. Dans l'article IV de la vingt-troisième Leçon ayant pour titre : *Des raisons qui font penser qu'il n'y a dans les Mollusques et dans les vers d'autres vaisseaux absorbants que les veines,* M. Cuvier, qui avait rédigé cet article, s'exprime ainsi :

« On est d'abord porté à cette idée lorsqu'on pense que le sang de ces animaux ne diffère point de ce qu'on nomme *lymphe* dans les animaux à sang rouge; et qu'aucun moyen anatomique n'a pu encore y démontrer des vaisseaux différents des sanguins..... Mais il y a aussi quelques raisons positives; la principale consiste dans les communications naturelles ouvertes des grandes cavités du corps, où il y a toujours beaucoup de fluides à résorber, avec les troncs des grandes veines. »

» 2°. Dans la Leçon *sur les dents,* on trouve ce passage remarquable :

« Mais les dents qui ne tiennent qu'à la gencive seulement, comme celles des *squales,* croissent à la manière des épiphyses des os, c'est-à-dire que toute leur substance osseuse est d'abord tendre et poreuse, et qu'elle se durcit uniformément et finit par devenir entièrement dure comme de l'ivoire. »

» Cette observation a été la source de la théorie actuelle la plus généralement reçue sur l'accroissement des dents. Elle est d'autant plus remarquable de la part de M. Cuvier, qu'il avait adopté une théorie contraire; elle met en évidence, avec sa bonne foi, son exactitude et sa perspicacité d'observation, indépendamment de toute préoccupation théorique.

» 3°. Dans ma rédaction des divers articles sur la génération des Vertébrés, on trouvera de même des idées et des faits qui se rapprochent on ne peut plus de l'état actuel de la science, entre autres, ce que j'ai imprimé sur la *présence des germes* (ou des ovules) *dans les vésicules de Graaff; sur l'existence de ces vésicules chez les enfants de quelques années; sur la for-*

mation des corps jaunes par l'épaississement des parois des vésicules, après la sortie des germes ; sur la présence de ces corps jaunes en nombre égal à celui des fœtus, chez les femelles pleines des Mammifères, et sur la possibilité de la sortie des germes (des ovules) *hors de l'ovaire chez les filles vierges,* sortie qui seule peut expliquer la présence des corps jaunes qu'on a signalés quelquefois dans leurs ovaires.

» Dans toutes ces phrases, le mot de germe est pris comme synonyme d'œufs, ainsi qu'on va le voir dans ma rédaction de l'article II *sur les organes préparateurs chez les femelles des animaux.*

« Dans toutes les classes qui suivent celle des Mammifères, ai-je écrit dans » le commencement de cet article, l'ovaire ou les ovaires servent évidem- » ment à l'accroissement et à la conservation des *germes* ou des *œufs,* qui » s'y trouvent déjà tout formés aux approches du mâle. L'analogie porte à » croire que la même chose a lieu dans les *Mammifères,* et c'est ici peut-être » un des plus beaux résultats de l'anatomie et de la physiologie compa- » rées (1). »

» On conviendra que la science de 1805, telle qu'elle était établie dans l'article précédent, qui admettait à priori et par déduction la présence des œufs dans les vésicules de Graaff, conduisait, comme par la main, à la découverte de ces œufs ou de ces ovules.

» Il est indubitable encore que j'avais admis la ponte des œufs dans l'espèce humaine, sans l'effet du coït, mais dans un seul cas (celui des plaisirs solitaires), et leur perte pour n'avoir pas été fécondés (page 14 de ce volume).

» La première édition des Leçons avait constitué l'anatomie comparée, en l'élevant comme science sur une base toute physiologique; elle avait ainsi plus spécialement pour but de servir à l'explication des phénomènes si variés de la vie animale.

» Mais on y trouvait, en même temps, les applications de cette science à la méthode de classification naturelle.

» Les divisions secondaires des chapitres exposant les différences ou les ressemblances des organes de telle ou telle fonction, étaient caractérisées par la série des groupes de la méthode naturelle; c'était encore une *anatomie zoologique* (2).

» Enfin on y trouvait les premières traces de cette étude si intéressante de la composition des organismes, indépendamment des fonctions, se com-

---

(1) 1re édition, tome V, pages 55, 57 et 58.

(2) L'article V de la première Leçon est un premier essai de ce tte anatomie classique.

pliquant ou se dégradant successivement dans un même plan général; de telle sorte que certains organes ne se trouvent plus, dans quelques animaux, qu'à l'état rudimentaire, où leur emploi, comme instrument de la vie, a dû cesser, mais où leur présence démontre encore le même plan de composition que celui où ils sont plus développés (1).

» C'étaient là sans doute les premiers linéaments de cette *anatomie philosophique* dont la pensée a rempli avec tant d'ardeur une grande partie de la carrière scientifique d'un autre génie (2), porté essentiellement vers les méditations spéculatives de la science.

» Ce point de vue, sous lequel l'illustre auteur de l'*Anatomie philosophique* a surtout envisagé l'*anatomie des animaux*, principalement des Vertébrés, tandis que ses collègues, Savigny et Latreille, se livraient, avec leur longue expérience et leur persévérante activité, à des études semblables sur les animaux sans vertèbres; ce point de vue, dis-je, a sans doute suscité des débats, soulevé des discussions qui ont répandu la lumière sur des questions encore obscures.

» Il a servi, en définitive, aux progrès de l'anatomie comparée, ainsi que l'exprime M. Cuvier dans un de ses Rapports annuels à l'Académie des Sciences.

» On a pu saisir dès lors des ressemblances ou des analogies dans plusieurs compositions organiques, où l'on n'avait aperçu auparavant que des différences.

» Mais il ne faudrait pas oublier que l'auteur de la première application de la méthode naturelle à la classification du règne animal avait signalé un grand nombre de ces ressemblances, en caractérisant les groupes de différents degrés qui composent sa classification.

» En faisant hommage à l'Académie du septième volume de cet ouvrage, je n'ai dit que bien peu de chose sur ce que ce volume et les quatre précédents, qui font partie de ma rédaction, renferment de nouveau, soit relativement aux observations et à la distribution des matières, soit relativement aux notions scientifiques ou aux doctrines.

» Je demande la permission d'y ajouter quelques pages, où je passerai

(1) *Voir* la première Leçon, comprenant les *Considérations préliminaires sur l'économie animale;* article IV, *Rapport des organes,* pages 59 et 60 de la première édition. Cette première Leçon, si remarquable, était tout entière de M. Cuvier, et a singulièrement contribué à la réputation de ce livre.

(2) M. E. Geoffroy-Saint-Hilaire.

rapidement en revue les sujets traités dans ces divers volumes, y compris celui que j'ai l'honneur d'offrir aujourd'hui à l'Académie.

» Le tome IV de tout l'ouvrage (qui est le premier de ma rédaction) est divisé en deux parties; ce sont deux volumes qui font connaître les *organes d'alimentation des animaux vertébrés*, tandis que le tome V, qui est le troisième de ma rédaction, comprend la description des mêmes organes dans les animaux sans vertèbres.

» Ce tableau général et comparé des instruments mécaniques, départis à tous les animaux pour saisir, contenir, atténuer et réduire à l'état moléculaire les substances alimentaires, et de tous les moyens chimiques pour les dissoudre et opérer leur transformation en fluide nourricier non encore élaboré, ne pouvait manquer, pour peu qu'il fût complet, d'étendre les limites et l'horizon de la science. Il aura du moins pour résultat de montrer les ressources infinies de la nature pour varier la composition de l'appareil d'alimentation, suivant les circonstances qui règlent la vie de chaque animal, et de faire connaître l'admirable harmonie qui subsiste toujours dans cet appareil, malgré les nombreuses différences qui existent dans les instruments qui le compliquent.

» Dans la première partie du tome IV, la composition singulière de la langue si protractile des *Fourmiliers* et de l'*Échidné*, que j'avais fait connaître le premier, dans un Mémoire spécial (publié en 1804), s'y trouve ramenée au plan de composition général de la langue des Mammifères.

» Celle des oiseaux et des reptiles, dont j'ai fait une étude très-particulière, a été de même décrite sous le point de vue du plan général de la composition dans chacune de ces deux classes, avec un grand nombre de nouveaux détails, compris en partie dans un Mémoire que j'ai communiqué à l'Académie des Sciences en février 1836, et dont les applications à la zoologie classique ont été appréciées immédiatement par les naturalistes qui s'occupent spécialement de ces deux groupes de Vertébrés.

» La seconde partie du tome IV (qui forme proprement le deuxième de ma rédaction) comprend un grand nombre d'observations nouvelles sur le canal alimentaire et ses annexes dans les animaux vertébrés. Elles ont fait le sujet de plusieurs Mémoires que j'ai communiqués à l'Académie des Sciences, ou à la Société d'Histoire naturelle de Strasbourg.

» Ces Mémoires sont une partie des preuves à l'appui des travaux auxquels je me suis livré, pour donner à ma rédaction tout l'intérêt de la nouveauté, soit en décrivant pour la première fois beaucoup d'organisations encore inconnues, soit en revoyant, sur la nature, des observations faites

avant moi. Environ 600 dessins encore inédits représentant le canal alimentaire des Vertébrés et ses annexes, dont j'ai mis les portefeuilles sous les yeux de l'Académie, le 20 octobre 1838, composent une autre partie des preuves irrécusables de l'originalité de mes descriptions et de ma rédaction nouvelle.

» Les naturalistes qui ont su apprécier les intéressantes observations détachées de Daubenton, sur les mesures et les proportions relatives des parties de chaque organisme que renferment ses descriptions anatomiques, n'ont pu manquer d'approuver les soins que je me suis imposés, pour dresser les tables les plus complètes qui existent sur les longueurs des différentes parties du canal intestinal, dans tout l'embranchement des Vertébrés. Ces mesures ont contribué à faire apprécier l'importance relative des fonctions de ces parties et leur influence sur le régime des animaux.

» Je crois être parvenu à des résultats physiologiques qui ne peuvent manquer d'intérêt, dans mes *Considérations sur les mésentères et sur l'arrangement des intestins dans la cavité qui les renferme* (1). J'y montre que de nouveaux aliments, reçus dans l'estomac qui a digéré le précédent repas, doivent faciliter les contractions du gros intestin pour la défécation; j'y apprécie et j'y fais comprendre l'importance relative du double usage des mésentères; celui de conduire les vaisseaux sanguins et lymphatiques des principaux troncs vers les intestins et réciproquement; et de fixer certaines parties du canal alimentaire, en laissant plus libres d'autres parties dans leurs mouvements péristaltiques, suivant les fonctions qu'elles doivent remplir, comme conductrices des matières alimentaires, ou comme devant leur servir de réservoirs temporaires.

» La description du foie des Mammifères, beaucoup plus complète et plus scientifique, dans cette nouvelle édition, est faite, d'ailleurs, d'après un très-grand nombre d'observations nouvelles, dont un des principaux résultats a été de ramener à une forme type régulière toutes les différences que ce viscère présente dans ce qu'on appelait, avant moi, ses divisions, que je démontre être, au contraire, des additions, un surcroît de composition.

» J'ai fait pressentir les conséquences physiologiques qu'on pourrait tirer de ces considérations, dans mes *Études sur le foie*, que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie des Sciences, le 5 octobre 1835.

---

(1) *Voir* mon Addition à l'ancien texte, qui commence tome IV, § II, page 655, et finit page 659; et le n° XLII de ma Notice de 1844.

» Je rappellerai seulement la septième des conclusions qui terminent ce Mémoire (1) :

« Le régime est la circonstance qui paraît influer le plus sur le volume
» relatif du foie, après celle de l'existence d'un ou de plusieurs estomacs ; en
» général, le foie est plus complet, et relativement plus volumineux dans les
» Mammifères carnassiers, que dans ceux qui se nourrissent de substances
» végétales. »

» Dans un supplément sur la composition chimique du foie, ou de l'organe sécréteur de la bile, comparée à celle du liquide que cet organe sépare, avant qu'il ait acquis les propriétés si prononcées qu'il prend dans son réservoir, je fais sentir le rapport singulier qui existe entre cette glande et son produit, rapport qu'on ne trouverait dans la composition chimique d'aucune autre glande.

» Les détails que renferme le tome V (le troisième de ma rédaction, qui a paru en 1837) donnent encore à cette seconde édition, j'ose le dire, une couleur toute nouvelle.

» Dans le type des *Zoophytes,* j'ai fait remarquer la singulière fusion qui a lieu entre le sac alimentaire branchu de certains Vers *intestinaux parenchymateux* de la famille des *Douves,* et le système vasculaire qui en est la continuation immédiate ; mais ce système vasculaire, qui reçoit immédiatement le chyle, est plutôt comparable aux artères qu'aux veines, puisque le fluide nourricier, si l'on en juge, du moins, par la disposition générale de ce système, doit y prendre une direction centrifuge.

» Le titre seul du tome VI (le quatrième de ma rédaction, qui a paru en 1839), *contenant la description du fluide nourricier, de ses réservoirs et des organes qui le mettent en mouvement,* indique les trois principaux points de vue sous lesquels j'ai cru devoir envisager et classer tous les faits de la science, concernant la fonction dite de *circulation,* dans notre première édition et dans tous les ouvrages d'anatomie ou de physiologie.

» Cette réforme dans la nomenclature était nécessaire pour indiquer un grand progrès, soit dans l'importance qu'a prise, dans la science, l'étude du fluide nourricier et du rôle qu'il joue dans l'organisme ; soit pour exprimer que les capacités qui contiennent ce fluide ou dans lesquelles il se meut, sont loin d'être toujours des vaisseaux et peuvent être de toute autre nature ; soit pour ne rien préjuger sur les organes qui le mettent en mouvement,

---

(1) Imprimé dans les *Annales des Sciences naturelles*, en novembre 1835.

qui ne sont pas toujours de simples poches à parois contractiles et dilatables (1).

» Dans l'Appendice qui termine ce volume, j'ai présenté un tableau résumé de cette grande fonction, considérée d'après cette nouvelle manière de l'étudier.

» Je vais en citer un fragment, celui concernant les différences que présentent les réservoirs du fluide nourricier :

« Ces réservoirs nous ont offert, dans la série animale, des différences de » plusieurs genres, dont les unes peuvent être rapportées à la *forme* et à la » *structure*, c'est-à-dire à leur *organisation* proprement dite; dont les autres tiennent à leur disposition, à leur arrangement dans l'organisme. Ils » présentent encore des différences importantes qui sont relatives à la nature du fluide qu'ils renferment, et à leur but fonctionnel.

» Relativement à leur *organisation*, les réservoirs du fluide nourricier » sont :

» 1°. Des *cellules* analogues à celles des végétaux cellulaires : l'*Hydre* » *d'eau douce*, parmi les polypes; la *Ligule*, parmi les intestinaux, ne paraissent pas en avoir d'autres.

» 2°. Dans une organisation un peu plus avancée, ce sont des *canaux*, » dont la structure varie.

» Tantôt ils sont creusés dans la substance même, dans le parenchyme de » l'animal, et n'ont pas de parois distinctes ou séparées de ce parenchyme. » Ici leur capacité peut diminuer ou augmenter avec les mouvements de » contraction ou de dilatation de tout l'animal, ou de ses parties. Les *Méduses* nous en ont fourni des exemples. Ils répondent, en quelque sorte, » aux méats intercellulaires des plantes.

» Dans d'autres organismes, ces canaux sont superficiels, saillants, à parois immobiles, ne pouvant pas changer de dimensions, et ayant encore » dans leur capacité des trachées : telles sont les nervures des ailes dans les » insectes.

» 3°. La troisième différence de forme et d'organisation des réservoirs » du fluide nourricier que nous devons distinguer, est celle que l'on peut » désigner sous le nom de *lacunes*. Nous appelons ainsi des vides qui existent entre les rameaux artériels et les racines des veines, qui ne se continuent pas l'un avec l'autre par l'intermédiaire d'un système capillaire.

---

(1) Les cils vibratiles découverts par M. Milne Edwards dans une des extrémités du système circulatoire des *Béroës* viennent se classer facilement parmi ces organes d'impulsion.

» Ces lacunes forment des méats dans les interstices des faisceaux mus-
» culeux, dans les intervalles des organes et des parties dans lesquels le
» fluide nourricier pénètre et se meut d'un système vasculaire à l'autre.
» C'est le cas des *Crustacés* et des *Arachnides pulmonaires*.

» 4°. Les réservoirs du fluide nourricier peuvent consister encore en
» lacunes plus considérables, lorsque le système vasculaire est à l'état rudi-
» mentaire. Ce sont alors des *cavités viscérales* tout entières, dans lesquelles
» le fluide nourricier est épanché. C'est le cas des *Insectes* et des *Arachnides*
» *trachéennes*, où l'on trouve le sang non-seulement dans les interstices des
» muscles, mais encore dans les cavités de l'abdomen, du thorax et de la
» tête. Il n'y a, dans ces animaux, pour réservoirs périphériques, que les
» canaux des ailes ou d'autres appendices; et pour réservoir central circon-
» scrit, que le vaisseau dorsal qui sert en même temps et principalement
» d'organe d'impulsion et de direction: encore ce vaisseau dorsal paraît-il
» réduit, dans les *Hémiptères hétéroptères*, qui ont tout leur développement,
» à l'état d'un simple ligament.

» 5°. Enfin les réservoirs du fluide nourricier peuvent être des *vaisseaux*,
» c'est-à-dire des canaux à parois distinctes, libres, mobiles, contractiles
» et dilatables. »

» Il résulte, entre autres, de ce tableau, que les réservoirs vasculaires du fluide nourricier ont pour premier usage de le contenir dans certaines limites, pour le diriger vers le fluide respirable, et que ce but d'élaboration est la première nécessité de son mouvement.

» Après cette dépuration, cette animation essentielle à la vie de tout l'organisme, le fluide nourricier n'a plus besoin d'être contenu dans des réservoirs circonscrits; il peut filtrer et se répandre dans les lacunes, les mailles, les cellules de toutes les parties pour l'excitation normale de leurs fonctions, pour leur nutrition et pour les sécrétions (1).

» Ce peu de mots résume les doctrines émises dans cette nouvelle édition, sur l'importance du fluide nourricier, et justifie les nouvelles divisions que j'ai adoptées dans la distribution des matières.

» En effet, ce fluide est le but ou le moyen de toutes les fonctions de nutrition, y compris celles des sécrétions, dont la nutrition est la plus générale.

» Il est à la fois l'aboutissant et le point de départ des changements moléculaires qui se succèdent en tourbillonnant dans chaque organisme en

(1) Tome VI, p. 547.

activité, pour varier sa composition aux différentes époques de l'existence des animaux.

» L'espoir que ces doctrines sur l'importance du fluide nourricier en général, et sur le sang de l'homme en particulier et des animaux vertébrés, pourraient avoir une heureuse influence sur les théories médicales, me semble s'être réalisé, à en juger par les publications qui ont eu lieu sur ce sujet, depuis le mois d'avril 1839, époque de l'apparition de ce volume.

» Les nouvelles dénominations que j'ai introduites dans la description des réservoirs vasculaires du fluide nourricier, qui sont dépurateurs ou respirateurs et nutritifs, suivant la nature du fluide qu'ils charrient, indiquent leur but physiologique. La considération de leur forme arborescente, dans la plupart des cas; celle de la place qu'occupe l'organe d'impulsion du sang, tantôt entre le tronc de l'arbre vasculaire nutritif et ses racines, tantôt entre le tronc et les racines de l'arbre dépurateur, tantôt dans les deux arbres, agissant à la fois, dans ces trois cas, sur la souche et les racines de chaque arbre comme organes d'attraction, et sur le tronc et ses branches, comme organe d'impulsion; ces considérations, dis-je, donneront une grande facilité pour comprendre et faire connaître la circulation du sang chez les animaux supérieurs, et serviront à réformer, j'espère, la manière dont on a l'habitude de décrire celle de l'homme.

» J'indiquerai succinctement quelques détails sur cette partie importante de l'organisation des animaux, que j'ai fait connaître le premier, ou dans lesquels on trouvera du moins une manière de voir qui leur donnera peut-être l'intérêt de la nouveauté.

» 1°. Telle est, entre autres, ma description circonstanciée des faisceaux musculeux du cœur des Mammifères et des Oiseaux, pages 892 et suivantes;

» 2°. Celle du cœur des *Crocodiliens*, qui appartient déjà, à la vérité, en grande partie, à la première édition, où cet organe a été figuré d'après mes dessins;

» 3°. La découverte de deux bulbes charnus, devant remplir les fonctions de cœurs accessoires annexés aux artères axillaires des *Chimères*, et que M. J. Davy a vus ensuite dans les *Torpilles;*

» 4°. Celle de la veine mésentérique, à parois très-musculeuses et contractiles, qui existe dans le repli membraneux valvulaire de l'intérieur du canal intestinal de certaines Squales, et qui doit remplir les fonctions de cœur pour le système de la veine-porte : MM. Jean Müller et Retzius en ont découvert récemment un analogue dans le plus inférieur des poissons, le *Branchiostoma lubricum;*

» 5°. La détermination du sinus veineux génital, sinus important que j'ai fait connaître en détail chez les *Lamproies*, ainsi que leurs sinus rénaux, en même temps que j'indiquais, après Monro, ce grand réservoir abdominal des Sélaciens, qui a fait le sujet d'une toute récente communication à l'Académie;

» 6°. Je rappellerai encore les expériences fort simples que j'ai tentées sur les *Grenouilles* pour reconnaître la marche du sang dans les reins, et pour constater l'existence d'un système de veines afférentes dans ces organes, tel que Jacobson l'a reconnu, en général, chez tous les ovipares, en montrant qu'il est l'analogue de celui de la veine-porte hépatique.

» Le tome VII (le cinquième de ma rédaction) renferme la *description des organes d'élaboration et de dépuration du fluide nourricier par la respiration et la sécrétion urinaire.*

» Le rapprochement, dans un même volume, de l'histoire des appareils de ces deux fonctions, me semble suffisamment justifié par le titre que je viens de lire. Il peut l'être encore par cette considération que l'allantoïde qui caractérise les Vertébrés à respiration constamment aérienne est à la fois un organe de respiration et un réservoir d'une sorte d'excrétion urinaire, durant une certaine époque de leur vie de développement.

» Il est bien remarquable que chez les *Reptiles* de notre sous-classe des *Amphibies*, qui n'ont point d'allantoïde dans leur vie de développement, les parois de la vessie urinaire sont tellement vasculaires, et ses proportions si grandes, qu'on devrait peut-être la considérer comme une allantoïde intérieure permanente, ayant cette double fonction, de l'allantoïde extérieure et temporaire des Reptiles propres, des Oiseaux et des Mammifères.

» Les matières comprises dans ce volume ont reçu, comme dans les précédents, une extension considérable que nécessitaient les progrès de la science. Sur six cent cinquante-six pages que renferme ce volume, il n'y en a plus que cent vingt-cinq de la première édition (1).

» Parmi les faits nouveaux ou se liant à notre première publication, et les doctrines exposées dans ce volume, je signalerai :

» 1°. La structure intime des poumons, d'après la doctrine de mon ami Reiseissen, que j'avais adoptée dès 1804, en vue de ses préparations et d'après mes propres observations qu'il m'avait suscitées. Le 7 janvier 1839, j'ai lu à l'Académie des Sciences des *fragments sur les organes de la respira-*

(1) Dix deces cent vingt-cinq pages contenaient des généralités sur la fonction de la respiration, et trente-cinq la description des organes de cette fonction dans les animaux sans vertèbres. Elles étaient écrites par M. Cuvier. Il y en avait quatre-vingts de ma rédaction, comprenant la description des organes de la respiration chez les Vertébrés.

tion dans les animaux vertébrés, à l'occasion desquels je lui ai fait voir de nouvelles préparations qui démontrent surabondamment cette structure (1), en même temps qu'elles expliquent l'opinion qui veut que ces dernières ramifications bronchiques aboutissent dans des cellules. L'une de ces préparations, celle des voies aériennes d'un fœtus de sept mois, injectées au mercure, montrait les dernières ramifications des bronches restant cylindriques jusqu'à leur terminaison en culs-de-sac, et ne se dilatant pas en vésicules. L'autre de ces préparations était celle d'un poumon de loutre dont les voies aériennes étaient aussi injectées au mercure, et les vaisseaux sanguins au vernis coloré en rouge. Ici ces bronches se terminent par des renflements ou culs-de-sac vésiculaires, qui font comprendre les dilatations des mêmes terminaisons bronchiques chez les asthmatiques et chez les vieillards, et qui expliquent les dissentiments des anatomistes sur l'existence des cellules ou leur absence.

» 2°. La structure des poumons d'Oiseaux et même celle des Reptiles se trouvent exposées, dans ce volume, sous des points de vue tout nouveaux.

» 3°. Le diaphragme des Oiseaux, plus ou moins rudimentaire ou sensiblement développé, a été distingué pour la première fois, si je ne me trompe, dans ce même volume, en portion costale et en portion vertébrale (pages 211 et 212) qui peuvent subsister séparément, ou bien être très-inégalement développées dans cette sorte de dislocation.

» Le mécanisme de la respiration, dans cette classe, s'y trouve présenté sous un nouveau jour.

» 4°. Celui de la respiration des poissons, en tant qu'il dépend des os qui soutiennent les branchies, a été décrit avec des détails nouveaux et une nouvelle nomenclature, indispensable pour indiquer les différences des pièces qui entrent dans la composition des arcs branchiaux et de celles qui les réunissent dans la ligne médiane inférieure.

» 5°. Le diaphragme branchial et musculeux qui fait partie de ce mécanisme et qui se compose de faisceaux musculaires formant une lame continue (dans les Raies et les Squales) ou de petits muscles distincts, les Esturgeons, etc., etc., est une partie de ce mécanisme sur laquelle j'ai fixé l'attention de l'Académie, en lui communiquant, le 7 juin et le 8 juillet 1839, les découvertes que j'avais faites à ce sujet.

» 6°. Je fais connaître, dans ce volume, la structure des branchies des *Crustacés,* recevant le sang pour la respiration, non pas dans un *réseau*

(1) Voir les *Comptes rendus* de cette séance.

capillaire (1), comme on l'avait cru, mais dans des poches à cavité très-divisée par des adhérences partielles et nombreuses des deux lames qui en forment les parois [les *Limules*, les *Crabes*, etc. (2)], ou dans des poches à cavités simples [les *Cloportes*, les *Porcellions* (3)] où j'ai démontré les courants du fluide sanguin; ou enfin dans des lacunes allongées en tubes, comme dans l'*Écrevisse* (4), où j'ai encore fait voir et décrit le premier ces courants dans l'état de vie.

» 7°. Je puis encore citer ici la nouvelle et très-remarquable forme de branchies que j'ai découverte dans un *Crustacé décapode* de la mer de Nice, dont j'ai fait un nouveau genre sous le nom d'*Aristée*.

» Le tome VIII et dernier (le sixième de ma rédaction), dont le titre explique suffisamment le contenu, renferme près de cinq cents pages d'augmentation. Elles ont été employées, en grande partie, à donner aux trois embranchements inférieurs du règne animal, pour la description de leurs organes de la génération, le même développement proportionnel qu'à l'embranchement des Vertébrés.

» M. Cuvier avait décrit ces organes dans trente-six pages seulement de notre première édition; il y en a deux cent quatre-vingt-neuf d'employées sur le même sujet dans l'édition actuelle, non compris ce que j'ai écrit, dans la trente-huitième Leçon, des organes d'incubation extérieure, appartenant aux animaux de ces trois embranchements.

» Les quatre types du règne animal ont acquis, dans cette édition, d'importants compléments, suite des observations microscopiques sur la structure intime des organes préparateurs des ovules et du sperme, et sur leurs produits, particulièrement sur le développement des ovules et des spermatozoïdes.

» Il était intéressant de montrer que ce double développement suit les mêmes lois et les mêmes phases dans tous les animaux où il a été observé.

» La dénomination de *spermatozoïdes*, que j'ai proposée le premier, paraît devoir être généralement adoptée. Je dois en être flatté, parce qu'elle indique une heureuse révolution dans les idées que j'ai provoquées de toutes mes forces dans mes enseignements et dans mes écrits, en combattant

---

(1) M. Milne Edwards, *Histoire naturelle des Crustacés*, tome Ier, page 103.

(2) Mémoire sur les *Limules*, lu à l'Académie des Sciences le 17 septembre 1838.

(3) Séances de la Société d'Histoire naturelle de Strasbourg du 27 novembre 1839 et de l'Académie des Sciences des 23 et 30 novembre 1840.

(4) Mémoire sur la structure et le mécanisme des branchies dans les Crustacés décapodes, lu à l'Académie des Sciences dans les séances des 23 mars et 15 juin 1840.

l'opinion qui les envisageait comme des animalcules parasites de la semence, comme le produit d'une génération dite *hétérogynie*, et en cherchant à démontrer que ce sont des machines animées, chargées de porter à l'ovule l'élément complémentaire du germe.

» Deux autres hypothèses, celle qu'ils ne sont destinés qu'à exciter par leur présence et leur agitation continuelle le rut des mâles, ou qu'ils ne servent qu'à maintenir fluide et divisé leur liquide spermatique, si coagulable, tombent devant le fait de leur arrangement chez quelques animaux, dans des capacités de forme variée et de structure parfois très-compliquée, dans lesquelles ils sont transportés vers les organes femelles et pénètrent même dans ces organes; tels sont les spermaphores des Céphalopodes, dont Swammerdam a donné une première description, et ceux du *Cyclops castor* et des Lacustaires, que M. Siebold a fait connaître.

» Je n'ai pu qu'indiquer en passant (page 87) l'observation si remarquable que j'ai faite sur les *Pœcilies* : que la fécondation devait s'opérer, chez ces poissons vivipares, non-seulement à travers les membranes de l'œuf, mais encore à travers le calice ou la capsule nutritive de l'ovaire, dans laquelle l'œuf ou l'embryon se développe (1).

» La Leçon sur les sécrétions comprend de notables perfectionnements, dans sa partie théorique, par la doctrine lumineuse de l'endosmose, due à M. Dutrochet, et dans les détails anatomiques :

» 1°. Sur les *glandes de la peau* chez l'homme et les animaux domestiques;

» 2°. Sur les organes de la viscosité chez les Poissons;

» 3°. Sur le byssus des Mollusques acéphales;

» 4°. Sur la structure intime des organes électriques, etc.

» Enfin, la onzième et dernière Leçon, *complémentaire des organes de relations,* traite, dans une première section, de la vessie natatoire, et, dans une seconde, des organes de la voix et des bruits. Ce rapprochement, qui peut paraître singulier, demande à être justifié. Le classement des organes adopté dans tout l'ouvrage, d'après leurs fonctions, ne permettait plus de placer la *vessie natatoire* dans les sécrétions, puisqu'elle ne sécrète pas, incontestablement, dans tous les cas, l'air qu'elle renferme, et que sa fonction la plus générale est d'aider à la station du poisson à telle ou telle profondeur des eaux qu'il habite. Mais les belles découvertes de M. C.-H. Weber, que j'ai vérifiées, en y ajoutant quelques détails, étendues encore à d'autres poissons par les observations de M. Cuvier, ont montré que, dans beaucoup de cas, la vessie natatoire était un organe accessoire de l'audition. Elle n'a même plus que

(1) Observations pour servir à la connaissance du développement de la *Pœcilie de Surinam*, communiquées à l'Académie des Sciences dans ses séances des 11 et 22 avril 1844.

cette dernière fonction dans les *Loches,* où elle est devenue une véritable caisse du tympan.

» Cette double considération m'a déterminé à placer son histoire, dans cette Leçon complémentaire, avec les organes de la voix et des bruits, dont les rapports avec l'audition, non plus comme auxiliaires, mais comme produisant les impressions de ce sens, pour les rapports des animaux entre eux, sont incontestables.

» Je recommande à l'attention des physiologistes et je soumets à leur jugement mes nouvelles études des corps rouges de la vessie natatoire et de leur structure intime, qui m'ont conduit à l'intelligence de leur fonction, comme sécrétant les gaz que renferme cette vessie, et à la connaissance de la cause très-probable qui favorise le développement des gaz intestinaux.

» J'ai introduit, dans l'exposition successive des faits anatomiques, d'après l'ordre de la méthode naturelle, un certain nombre de changements notables qui feront connaître quelques modifications que j'ai cru devoir faire aux classifications adoptées dans le *Règne animal.*

» La méthode naturelle n'est qu'un principe, dont les applications doivent varier, en premier lieu, avec les progrès de la science de l'organisation, qui nous font avancer, pour ainsi dire, chaque jour, dans la connaissance de l'ensemble des rapports que les animanx ont entre eux.

» Ces progrès réels sont dus à un grand nombre d'anatomistes, devenus célèbres par d'importantes découvertes. Je me suis fait un devoir de les citer dans le double but de la reconnaissance qui leur est due, et d'indiquer au lecteur les sources où il pourra puiser des détails plus étendus que ne le comporte un ouvrage qui embrasse le tableau général de la science actuelle de l'organisation des animaux. Ce tableau, pour ce qui me concerne du moins, est sans doute encore bien imparfait, je m'empresse de le reconnaître, malgré mes soins les plus assidus et les plus scrupuleux. »

Des remarques faites par M. Serres à l'occasion de la précédente communication, donnent lieu à une discussion entre lui et M. Duvernoy, discussion à laquelle prennent également part MM. Flourens, Is. Geoffroy Saint-Hilaire et Milne Edwards. Voici les Notes remises par ces quatre académiciens.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Considérations sur l'anatomie comparée; par* M. SERRES.

« L'exposition que vient de faire notre honorable collègue devant être imprimée dans les *Comptes rendus,* je demande à présenter à l'Académie quelques observations.

» En anatomie comparée, M. Cuvier est notre maître à tous; c'est à son ouvrage, à la rédaction duquel M. Duvernoy a pris une part si active, qu'est due l'impulsion forte qu'a reçue de nos jours cette branche si importante des sciences naturelles, soit en France, soit en Europe. L'édition nouvelle dont on vient de donner l'analyse a eu pour objet de faire entrer dans les cadres de la première les nombreuses acquisitions que l'anatomie comparée a faites dans cette direction. Sous ce rapport, personne n'est plus disposé que moi à rendre justice au zèle, au talent et à l'étendue des connaissances dont a fait preuve notre collègue dans la rédaction des parties qui lui ont été confiées.

» Mais, ainsi que l'a dit M. Duvernoy, l'anatomie comparée de M. Cuvier date juste aujourd'hui d'un demi-siècle; dans le cours de ce demi-siècle, une anatomie comparée collatérale, dont le germe existait dans le Programme d'une des chaires d'anatomie du Muséum, s'est développée; elle a pris place dans la science, elle est présentement l'objet des recherches les plus actives et les plus persévérantes des anatomistes de nos jours.

» Par la nature même des faits qui lui servent de base, par le caractère de la méthode qui la dirige, pour la liaison et la cooordination de ces faits, elle tend à combler une des lacunes profondes que présentent encore la médecine et l'anatomie pathologique.

» Or, comme dans les coupes faites par M. Cuvier, nulle n'était disposée pour embrasser cette anatomie comparée collatérale et nouvelle, elle a été négligée dans cette seconde édition. C'est l'absence de cette anatomie comparée collatérale qu'il est de mon devoir de faire remarquer à l'Académie, dans l'intérêt, d'une part, de l'anatomie comparée elle-même, et, de l'autre, dans celui des progrès futurs de la médecine et de l'anatomie pathologique.

» La direction propre à chacun de ces deux rameaux de l'anatomie comparée, a sa source dans l'objet principal que chacun d'eux se propose d'atteindre.

» Le premier *insiste particulièrement sur l'anatomie comparée, soit des animaux entre eux, soit des animaux avec l'homme* (1).

» Le second, au contraire, puise dans l'*anatomie comparée* les données propres *à éclairer la structure de l'homme par celle des animaux* (2).

---

(1) Expressions textuelles du Programme de la chaire d'anatomie des animaux, au Muséum, § XI.

(2) Expressions textuelles du Programme de la chaire d'anatomie de l'homme, au Muséum, § X.

» Le premier, pour atteindre son but, limite ses considérations à un seul temps des êtres organisés, celui de leur état parfait, par la raison que c'est à cette période de leur existence que les organes ont acquis les caractères qui les différencient.

» Le second, devant chercher à rendre compte de la structure de cet état parfait, est obligé, pour y parvenir, d'embrasser tous les temps de leur développement, de s'arrêter à chacune des périodes de leurs métamorphoses, soit pour les considérer en eux-mêmes, soit pour apprécier leurs rapports chez les diverses classes d'animaux.

» Envisagés isolément, chacun de ces rameaux embrasse sans nul doute une des grandes faces de l'organisation animale; mais de leur réunion seule nous paraît devoir résulter le degré de perfection auquel il est désirable de voir parvenir l'anatomie comparée. Ce sont deux parties, deux directions d'une même science qui se complètent, qui s'éclairent mutuellement.

» Quelques exemples vont servir à développer notre pensée.

» Un fait général, indiqué par Vicq-d'Azyr, et dont l'ouvrage de M. Cuvier offre des milliers d'exemples, c'est que les organes des animaux vont en se décomposant et en se fractionnant de plus en plus à mesure que l'on descend de l'homme dans les Vertébrés et les Invertébrés. Par ce fractionnement, la complication des organes, souvent si inextricable chez l'homme et les Mammifères qui l'avoisinent, se simplifie de plus en plus; de sorte qu'arrivés au bas de l'échelle animale, nous les trouvons réduits à leur plus simple ébauche ou à leur forme la plus élémentaire.

» Un fait non moins général de l'anatomie comparée des développements, c'est que si nous suivons la formation d'un appareil organique compliqué des animaux supérieurs ou de l'homme même, nous trouvons qu'il débute par un état de simplicité remarquable; nous observons ensuite que chacune des transformations qu'il subit le complique de plus en plus jusqu'à ce qu'il arrive à l'état parfait qui le caractérise.

» D'où il suit, en premier lieu, que la marche progressive que suit un appareil organique en se développant chez l'embryon est, en sens inverse, la même que l'on observe en anatomie comparée à mesure qu'il se dégrade.

» D'où il suit, en second lieu, que les formes organiques que nous offrent les divers temps de l'embryogénie comparée nous présentent transitoirement les formes analogues des organes des animaux moins élevés et arrivés au terme de leur développement.

» La formation et la dégradation du cœur, la formation et la dégradation de l'encéphale, pourront nous servir à établir la concordance de ces deux rameaux de l'anatomie comparée.

» Nous nous arrêterons de préférence à la formation et à la dégradatn du rein, parce que la vérification en est beaucoup plus facile.

» Ainsi, quand on suit les diverses périodes du développement de l'embryon de l'homme, on trouve que cet organe se compose de dix, douze ou quatorze petits reins adossés, mais séparés et distincts les uns des autres. Un peu plus tard, on n'en rencontre que six ou huit; plus tard encore, il n'y en a que quatre; à la naissance, il n'en existe plus que deux ou trois; et enfin, dans le cours de la première année, ce rein, d'abord si multiple, est ramené à l'unité et à la forme que nous lui connaissons chez l'homme adulte.

» Suivez maintenant la dégradation de ce même organe dans la série animale, vous lui verrez reproduire, d'une manière fixe et permanente, le fractionnement passager que vous venez de lui reconnaître aux périodes diverses de l'embryogénie humaine.

» Les Cétacés adultes vous offriront une agglomération multiple de petits reins, le bœuf vous en présentera dix ou douze, le mouton huit ou dix, l'éléphant quatre ou six, et le genre *Felis* tout entier deux ou trois. Vous rencontrerez ainsi chez les Mammifères adultes tous les degrés de composition que vous aura offerts, à ses divers âges, l'embryon de l'homme; et ajoutons ici une remarque fort judicieuse de M. Cuvier, c'est que la structure de chacun de ces petits reins est conforme en tout à la structure des plus grands.

» Enfin, en descendant des Mammifères aux Oiseaux, et de ceux-ci aux Reptiles et aux Poissons, vous verrez le fractionnement et le nombre de petits reins s'accroître de classe en classe.

» Il en sera de même de la composition et de la décomposition de l'utérus. A sa première période, l'utérus d'un embryon de petite fille vous rappellera, jusqu'à un certain point, la simplicité de composition qu'il présente chez les Monotrèmes; puis, dans les transformations successives qu'il éprouve avant d'arrêter la forme qui caractérise cet organe chez la femme, vous lui en verrez revêtir de passagères qui se rapprocheront de l'utérus permanent des Rongeurs, des Carnassiers, des Ruminants, des Solipèdes, et enfin des Singes.

» Or ce qui, selon nous, rend ce rameau collatéral de l'anatomie comparée digne de toute l'attention des physiologistes et des médecins, c'est que l'anatomie pathologique nous reproduit fréquemment ces dégradations utérines qui, d'après le langage de l'anatomie comparée actuelle, ne sont autre chose que des arrêts de développement.

» Nous pourrions multiplier les exemples, mais ceux-ci suffiront, je pense,

pour montrer la concordance des deux rameaux de l'anatomie comparée; pour faire comprendre l'appui, le secours qu'ils peuvent et doivent se prêter mutuellement, et la nécessité, par conséquent, de les comprendre l'un et l'autre dans les Traités généraux d'anatomie comparée.

» Ils suffisent également pour convaincre les esprits familiarisés avec la logique des sciences positives, que chacun de ces rameaux ayant un but différent, chacun d'eux devait marcher, pour l'atteindre, par des voies, par des moyens, par des procédés, par une méthode, en un mot, qui lui fût propre, et qui lui fît envisager l'organisation animale juste par la face qu'il était appelé à reproduire et à représenter.

» Et de là des différences que l'on a prises à tort pour des oppositions; de là la nécessité, pour l'un de ces rameaux, de prendre pour règle principale de sa direction les caractères différentiels des organes, tandis que l'autre est dans la nécessité de faire sa règle de leurs caractères analogiques.

» De là, pour l'un, l'obligation de déterminer les organes d'après la forme et la fonction qu'ils concourent à remplir, puisque les animaux, au moment où il les considère, sont fixés et arrivés au terme de leur développement.

» Et pour l'autre, l'obligation plus impérieuse de délaisser cette forme puisqu'elle n'existe pas encore, et la fonction puisqu'elle est mobile, pour en appeler à la corrélation fixe des organes qui n'est autre, au fond, que le principe d'insertion de la botanique.

» Je craindrais d'abuser des moments de l'Académie si je développais ces considérations dont la justesse a frappé tous les esprits impartiaux, et qui, par les découvertes nombreuses dont elles ont été le point de départ, ont si puissamment contribué au succès rapide de cette anatomie comparée collatérale.

» Je citerai un seul exemple de son application à l'histoire naturelle de l'homme.

» Tout le monde sait que l'homme se distingue et se sépare des animaux par la rectitude de son tronc. *Erecta,* a dit Illiger, après l'Ecclésiaste, après Hippocrate, Platon, Aristote, Galien et Buffon.

» On sait aussi qu'un philosophe a prétendu que l'homme n'affectait cette position que par habitude, et que sa disposition originelle était de reposer et de marcher sur ses quatre membres, ainsi que le font les quadrupèdes.

» L'anatomie comparée de la colonne vertébrale rend compte de ces attitudes opposées.

» La rectitude de l'homme a sa cause fondamentale dans les courbures alternatives que présente sa colonne vertébrale au col, au dos et aux lombes.

» A sa naissance, la colonne vertébrale n'ayant pas accompli son développement, ces courbures manquent, et l'enfant ne peut se tenir debout. Mais ordinairement, dans le cours de la première année, ces courbures se manifestant, l'enfant se redresse et se pose de lui-même sur ses deux jambes.

» Chez les Mammifères, la colonne vertébrale conservant toujours la disposition qu'elle offre chez le fœtus à terme, et se trouvant privée des courbures précédentes, l'attitude courbée en est la conséquence forcée. La colonne vertébrale des Singes qui se redressent en partie, est très-curieuse à comparer, sous ce rapport, à celle des quadrupèdes, de l'homme et de l'enfant.

» Je ne répondrai pas à M. le Secrétaire perpétuel; les observations qu'il a faites sont étrangères à la question scientifique que j'ai soulevée.

» Quant à l'anatomie philosophique dont vient de parler notre honorable collègue M. Duvernoy, je lui ferai remarquer que je n'en ai pas dit un seul mot dans le cours de ces observations. Je n'ai parlé que de l'anatomie matérielle, de celle qui se voit, qui se touche, et que tout anatomiste peut vérifier pour peu qu'il soit exercé dans les procédés délicats que l'anatomie comparée met présentement en œuvre.

» Telles sont les réserves que, comme professeur d'Anatomie au Muséum (1), j'ai cru de mon devoir de présenter à l'Académie, à l'occasion du discours de notre collègue qu'elle vient d'entendre. »

« M. **Duvernoy** répond que la Notice qu'il vient de lire n'a pas d'autre but que de faire connaître la nature, le contenu et l'esprit de l'ouvrage dont il vient d'offrir le dernier volume à l'Académie, et la part qu'il a eue à la première et à la seconde édition de cette œuvre. Mais il n'a pas eu le moins du monde, et n'a pu avoir la prétention de faire l'histoire de la science de l'organisation des animaux, et de tous les points de vue sous lesquels on peut la traiter.

» Quoique le point de vue physiologique domine dans cet ouvrage, et qu'il ait servi aux grandes divisions dans lesquelles M. Cuvier en a classé les ma-

(1) Le rameau de l'anatomie comparée dont je viens d'entretenir l'Académie a reçu un nouveau degré d'intérêt, de la modification importante apportée à la chaire d'anatomie que j'occupe, par l'ordonnance du 3 décembre 1838, rendue sous le premier Ministère de M. de Salvandy. C'est, en effet, dans les données de cette anatomie que j'ai pu trouver les bases propres à distinguer les unes des autres les diverses races humaines.

tériaux, les considérations générales ou philosophiques n'y ont pas été négligées, ni par lui, ni par M. Duvernoy.

» Celles des développements successifs des organismes, qui ont depuis longtemps attiré l'attention de M. Duvernoy, lorsque Fr. Meckel, devenu depuis si célèbre, faisait en 1804 et 1805, sous ses yeux, dans le laboratoire de M. Cuvier, au Jardin des Plantes, les premières recherches dans cette direction, n'ont pu entrer, pour le moment, dans les limites prescrites pour la seconde édition de cette œuvre. Il ne faut pas oublier que ce tableau de l'organisation des animaux se compose de neuf volumes en huit tomes, et que le dernier a même pris, par suite des progrès de la science dans la connaissance des détails de l'organisation, une extension extraordinaire. »

M. **Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire** prend la parole, et s'exprime en ces termes :

« Les observations de M. Serres, auxquelles je m'associe pleinement, paraissent n'avoir pas été bien comprises de M. Duvernoy. Ce ne sont point des critiques adressées à ses travaux, justement estimés, et que personne, en particulier, n'honore plus que moi; ce sont seulement des réserves. M. Duvernoy avait parlé de l'anatomie comparée de M. Cuvier en des termes qui semblaient la présenter comme la seule anatomie comparée qui existe, comme la science entière et complète. Nous pensons, au contraire, qu'à côté de cette anatomie, la seule qui existât et pût exister au commencement de ce siècle, et qui formera toujours la gloire de M. Cuvier, il y a présentement une autre anatomie comparée, non pas opposée, mais, selon l'expression de M. Serres, collatérale à celle-ci, et la complétant. M. Duvernoy vient de dire qu'il le reconnaît avec nous. Nous n'avons rien à ajouter. »

« M. **Milne Edwards** remarque que la question soulevée par M. Serres n'a pas à ses yeux toute l'importance que ce savant y attribue. Effectivement, l'insertion d'un article dans le *Compte rendu* publié par MM. les Secrétaires perpétuels ne préjuge rien quant à la valeur des observations que l'auteur y consigne ou à l'opinion que l'Académie peut en avoir. Si l'Académie était supposée accorder son approbation à tout ce qui se dit devant elle sans donner lieu à des critiques ou à des protestations, M. Milne Edwards aurait aussi à faire des réserves en ce moment. Mais l'Académie entend d'ordinaire les communications qui lui sont faites sans les discuter séance tenante et ne prononce des jugements qu'à la suite d'un Rapport présenté par ses Commissaires. L'article de M. Duvernoy n'est que l'expression de l'opinion personnelle de ce savant, et l'impression de cet écrit n'implique en aucune façon l'assenti-

ment des anatomistes de l'Académie, de même que l'impression des observations de M. Serres ne pourra être considérée comme indiquant que ses collègues acceptent toutes les opinions auxquelles il vient de faire allusion. »

M. **Flourens** prend la parole à son tour. Il commence par faire remarquer que M. Duvernoy, après trente années de travaux et d'écrits célèbres, a bien le droit d'avoir une opinion en anatomie comparée, et de la dire quelque différente qu'elle puisse être de celles de M. Serres. Il ajoute que, pour lui, il a sur tous les points fondamentaux de cette science, des principes diamétralement opposés à ceux de M. Serres. Il termine par quelques considérations sur la diversité des points de vue et des recherches, qui lui semble la première condition du progrès des sciences, et sur la liberté des doctrines, qui est la première loi de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherche et fuite de la lumière par les racines; par* M. **Durand**, de Caen. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Ad. Brongniart, Dutrochet.)

« On n'a observé, jusque aujourd'hui, la fuite de la lumière que chez les racines de trois plantes: 1° chez la racine du *Pothos digitata* observée par M. Dutrochet; 2° chez les racines du chou et de la moutarde blanche observées par M. Payer. Ce dernier dit que beaucoup d'autres racines offrent le même phénomène, mais il ne nomme aucune de ces plantes, en sorte qu'en présence de cette assertion vague, de nouvelles recherches dans le même sens offraient encore beaucoup d'intérêt. Poursuivant cette étude, M. Durand a constaté que chez les plantes suivantes, les racines fuient la lumière :

Raphanus sativus (radis);
Cheiranthus incanus (giroflée);
Myagrum sativum (caméline);
Isatis tinctoria (pastel des teinturiers);
Diplotaxis tenuifolius;
Erysimum contortum;
Synapis levigata;
Alyssum vesicatoria;
Brassica napus (navet);
Brassica campestris (colza);
Brassica orientalis;
Les racines secondaires du *Lathyrus odoratus;*
Les racines de plusieurs variétés du *Brassica oleracea.*

» M. Durand a fait ces expériences en plaçant les racines de ces plantes dans des vases de verre dont l'intérieur était garni d'une étoffe noire, ou peint en noir aux deux tiers du côté opposé à celui de l'afflux de la lumière; en sorte que les racines ne recevaient point sensiblement de lumière de ce côté noirci. Il a vu, de cette manière, que les racines du cresson alénois (*Lepidium sativum*), qui ont été présentées comme ne prenant aucune inflexion sous l'influence de la lumière, la fuient effectivement.

» La racine d'une seule plante, celle du *Mirabilis jalappa,* avait été présentée par M. Dutrochet comme se courbant vers la lumière; et comme la spongiole de cette racine contient de la matière verte, cette particularité d'organisation avait été considérée par lui comme la condition de sa direction vers la lumière. M. Durand a trouvé une autre plante dont les racines se dirigent vers la lumière; cette plante est l'oignon commun (*Allium cepa*). Or, il a constaté que les spongioles des racines de cette plante ne contiennent pas du tout de matière verte, en sorte qu'il faut renoncer à considérer la présence de cette matière verte dans les spongioles comme nécessaire pour déterminer la flexion des racines vers la lumière. Recherchant alors la cause de ce phénomène, ainsi que celle de la fuite de la lumière par les racines, M. Durand a vu que cette opposition de direction, sous l'influence d'une même cause extérieure, provenait, chez les racines, d'une différence d'organisation propre à donner aux tissus végétaux une tendance à l'incurvation qui, dans un cas, est opposée à ce qu'elle est dans l'autre, ainsi que M. Dutrochet l'avait constaté par rapport aux tiges qui présentent la même opposition de direction sous l'influence de la lumière. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi de l'iode pour distinguer les plus petites taches arsenicales des taches antimoniales dans les recherches medico-légales; par* M. LASSAIGNE.

(Commission des poisons métalliques.)

« Dans certaines recherches médico-légales sur l'empoisonnement par l'arsenic et ses composés, on a souvent à établir son opinion d'après des produits en quantité si minime, qu'il n'est pas toujours aisé de les soumettre à l'action des réactifs employés dans de telles circonstances, ou du moins les effets qui résultent de leur réaction sont plus ou moins équivoques dans un certain nombre de cas.

» Une réaction nette et bien tranchée se manifestant sur les plus petites taches adhérentes aux vases de porcelaine sur lesquels elles ont été déposées, peut, suivant nous, être d'une grande utilité lorsque, surtout, il n'est pas

possible d'opérer avec d'autres éléments de conviction pour se prononcer sur leur véritable nature. Cette nouvelle réaction, que nous proposons aujourd'hui, et que nous soumettons à l'examen des chimistes et des toxicologistes, n'empêche pas ensuite de faire agir sur les produits qui en proviennent plusieurs autres réactifs usités qui servent de contrôle en quelque sorte à notre mode d'expérimentation.

» Le procédé auquel nous avons été amené après plusieurs tentatives consiste à exposer les taches d'arsenic ou d'antimoine à l'action de la petite quantité de vapeur que forme l'iode à une températnre de + 12 à + 15 degrés centigrades. Les premières taches se colorent en jaune brun pâle, qui devient jaune citron à l'air en moins de quelques minutes. Cette coloration disparaît ensuite par une exposition à l'air ou à une douce chaleur. Les secondes, ou taches antimoniales, placées dans les mêmes conditions, se colorent en jaune carmélite foncé, et cette couleur passe à l'orangé au contact de l'air, et persiste ensuite. Pour obtenir cette réaction qui se développe à la température ordinaire en moins de 10 à 15 minutes, il faut renverser la capsule de porcelaine où se trouvent les taches faites avec l'appareil de Marsh sur une soucoupe au milieu de laquelle on a placé une petite quantité d'iode sec en cristaux lamelleux.

» De petites capsules en porcelaine, de $0^{m},025$ de diamètre sur $0^{m},020$ de profondeur, sont très-commodes pour réaliser cette réaction sur de petites taches peu larges et d'une très-faible épaisseur.

» Ainsi que nous l'avons fait remarquer plus haut, les taches jaunes, produites par l'ioduration de l'arsenic, disparaissent peu à peu à l'air humide; lorsque cette disparition est arrivée à son terme, si l'on verse dans la capsule où elles existaient un solutum concentré d'acide sulfhydrique, on développe à l'endroit même où les taches primitives s'étaient formées, d'autres taches d'un jaune citron pâle résultant de la transformation en sulfure jaune d'arsenic de la portion d'acide arsénieux produite par l'action de l'air humide sur l'iodure d'arsenic. Ces nouvelles taches, de la même grandeur que les premières, mais d'une autre nature, disparaissent instantanément en répandant sur elles un solutum faible d'ammoniaque qui les dissout.

» Les taches antimoniales iodurées ne disparaissent pas à l'air; mises en contact avec le solutum d'acide sulfhydrique pour les transformer en sulfure d'antimoine d'une couleur jaune-orangé, elles résistent assez longtemps à l'action de l'ammoniaque faible, ce qui ajoute un nouveau caractère servant à les distinguer des taches arsenicales.

» Quoique les résultats que nous venons de rapporter soient bien nets et caractéristiques, nous avons fait d'autres épreuves en opérant directement

sur les taches arsenicales et antimoniales avec des liquides renfermant soit de l'iode libre en solution, soit en partie combiné. D'après le mode d'action de ces corps, il nous a encore été permis d'établir une distinction tellement tranchée et nette, que nous annonçons ici ces résultats avec une certaine confiance.

» Le solutum alcoolique d'iode agit immédiatement sur les taches arsenicales qu'il dissout sur-le-champ, et fournit, par son évaporation à l'air libre, une tache jaune-citron plus ou moins étendue. Les taches antimoniales restent intactes quand on les touche avec ce solutum; mais, par suite de l'évaporation spontanée à l'air, la tache noire antimoniale est remplacée par une tache d'un rouge orangé d'iodure d'antimoine. Cet iodure persiste à une douce chaleur (+30 à +40 degrés), et n'éprouve, de la part de l'air, qu'une faible altération dans sa teinte, même au bout de plusieurs jours.

» Le solutum d'acide iodhydrique ioduré agit comme le solutum alcoolique d'iode, mais d'une manière plus énergique, sur les taches d'arsenic et d'antimoine; aussi préférons-nous son action à celle du premier liquide dans la constatation de la nature des taches.

» Nous avons également reconnu que le solutum d'iodure ioduré de potassium opérait immédiatement la dissolution des taches arsenicales, tandis qu'il n'agissait pas sur-le-champ sur les taches antimoniales.

» Tous les effets énoncés dans ces derniers paragraphes viennent démontrer le nouvel emploi que l'on peut faire de l'iode comme réactif, et ajouter un caractère de plus à ceux qu'on possédait déjà sur les taches arsenicales et antimoniales. Nous pensons que le moyen que nous avons mis en pratique pourra servir dans maintes circonstances; son application est si simple et si facile, qu'elle sera faite toujours avec succès par les experts qui se trouveront dans la nécessité d'opérer sur des taches minimes. »

CHIRURGIE. — *Note sur un instrument destiné à rendre plus simple et plus facile l'opération de la cataracte; par* M. **Magne.**

(Commissaires, MM. Roux, Velpeau.)

« Des trois opérations à l'aide desquelles on remédie aux opacités de l'appareil du cristallin (l'abaissement, le broiement, l'extraction), la dernière, dit M. Magne, a sur les deux autres ce grand avantage, que ne laissant pas dans l'œil les fragments opaques, elle n'expose pas aux récidives. Mais la méthode de l'extraction a aussi de graves inconvénients, elle donne lieu à une plaie qui, lorsqu'elle ne se cicatrise pas, détermine la fonte de l'œil; puis la manœuvre opératoire est très-difficile. L'instrument que j'ai l'honneur de sou-

mettre au jugement de l'Académie, en rendant l'opération plus simple et plus facile, diminuera, je le crois, de beaucoup les chances d'insuccès; à l'aide de cet instrument, en effet, la cornée et la capsule sont ouvertes d'un même temps: l'opération consiste, pour ainsi dire, dans une seule ponction, et l'ouverture de la cornée n'est pas assez large pour que la cicatrisation ne puisse avoir lieu. »

GÉOLOGIE. — *Description des terrains primaires et ignés du département du Var; par* M. **Coquand.**

(Commissaires, MM. Alex. Brongniart, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

« L'auteur, en terminant l'exposé de ses recherches, en présente en quelque sorte le résumé dans le tableau suivant :

DÉSIGNATION DES TERRAINS.	ROCHES IGNÉES contemporaines.	SUBSTANCES qui se rattachent à la sortie des roches ignées.	LOCALITÉS.
Schistes cristallins	Granite. Serpentine?	Filons quartzeux.	Chaînes des Maures et de l'Estérel.
Terrain houiller	"	"	Estérel, Collobrières.
Trias. Grès bigarré. Muschelkalk. Marnes irisées.	Porphyre rouge. Mélaphyre.	Filons métallifères. (Cuivre gris, pyriteux, blende, galène stibine). Filons avec barytine et fluorine.	Les Fourneaux, Esclans, Cogolin, etc.
		Gypse. Sel gemme. Dolomie.	Montserrat, Cuers, Barjols.
Terrain jurassique	Mélaphyre (dans les Alpes).	Filons de galène avec barytine. Sel gemme. Dolomie.	Saint-Geniez, Auribeau, Castellane.
Entre la craie et le terrain tertiaire	Porphyre bleu quartzifère.	Filons d'aimant. Dolomie.	Boulouris, Garde-Vieille.
	Trachyte.	"	Antibes, Villeneuve.
Terrain tertiaire. Lacustre inférieur.	Basalte.	Dolomie.	Aix (Beaulieu), Rougiers, Tourves, Ollioules, Le Revest, Saint-Nazaire, La Molle, Cogolin.
Terrain tertiaire. Marin	"	"	Vence, Biot.
Terrain tertiaire. Supérieur	"	"	Villeneuve, Vallée du Loup.

M. **Perrot** adresse une réclamation de priorité relative aux *procédés électro-chimiques de dorure et d'argenture*, procédés auxquels il annonce être arrivé, en suivant les recherches de M. de la Rive, bien avant les personnes auxquelles on les a depuis attribuées.

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, dit M. Perrot, renferme, ce me semble, toutes les preuves nécessaires pour établir les trois propositions suivantes :

» 1°. En août 1840, et même auparavant, j'étais parvenu à dorer, argenter, platiner le fer, l'acier et les métaux usuels; j'avais même généralisé mes procédés, et obtenu le dépôt *avec adhérence* d'un métal quelconque sur un autre métal.

» 2°. Je n'ai pu arriver à ces résultats qu'en me servant des mêmes procédés qu'emploient MM. Elkington et de Ruolz; c'est ce qui est reconnu implicitement, d'une part, dans le Rapport fait à l'Académie; de l'autre, dans un Rapport judiciaire de MM. Pelouze, Chevalier et Barral.

» 3°. Deux mois avant que M. Elkington, et dix mois avant que M. de Ruolz n'eussent proposé une application, même partielle, des nouveaux procédés électro-chimiques, j'étais arrivé à des résultats applicables immédiatement à l'industrie. Les procédés consignés dans les brevets d'invention pris postérieurement sont la reproduction, ou des procédés que j'avais moi-même employés, ou de ceux qu'avaient déjà rendus publics MM. Smee, Louyet, Péchiney, Sorel, etc. »

(Renvoi à la Commission nommée précédemment pour une réclamation de M. Boquillon, relative au même objet.)

M. **Knab** écrit, à l'occasion d'une communication récente de M. *Boucherie* sur la *conservation des bois*, pour rappeler les résultats qu'a obtenus M. *Margary* dans des recherches dont l'objet était le même. « Ces résultats, dit M. Knab, quoique connus de bien peu de personnes, rendent cependant tous les jours de grands services à l'industrie. Le procédé Margary, en effet, est depuis plusieurs années employé avec succès en Angleterre; en France, il a reçu, de même, d'utiles applications pour la conservation des traverses des chemins de fer de Saint-Étienne, de Rouen, du Havre et de Bordeaux, et l'on en fait présentement une application plus générale encore peut-être, dans diverses parties des travaux du chemin de fer atmosphérique de Saint-Germain. »

(Renvoi à la Commission Boucherie.)

M. **Bagot**, auteur d'un ouvrage précédemment présenté pour le concours aux prix de Médecine et de Chirurgie, adresse, conformément à une disposition du programme de ce concours, un exposé de ce qu'il considère comme neuf dans son travail.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. **Ad. Brongniart** présente, au nom des auteurs, une *Histoire de la maladie des pommes de terre en* 1845, par M. **Decaisne**; et un *Atlas élémentaire de Botanique avec le texte en regard comprenant l'organographie, l'anatomie et l'iconographie des familles d'Europe*, par M. **Lemaout**. (*Voir au Bulletin bibliographique.*)

M. **Héricart de Thury**, au nom de M. **Jaubert de Passa**, fait hommage à l'Académie de la première partie de ses *Recherches sur les arrosages chez les peuples anciens*, imprimées par ordre de la Société royale d'Agriculture dans le Recueil de ses Mémoires, comprenant les irrigations dans l'Empire Assyrien.

Dans la seconde partie, l'auteur décrit celles de l'*Asie méridionale*, y compris les îles de Ceylan, de Sumatra et de Java.

Dans la troisième, les canaux d'arrosage de la Chine et des États feudataires du Céleste Empire.

La quatrième partie traite des irrigations de la Syrie, de l'Arabie, de l'Égypte et de l'Éthiopie.

La cinquième est consacrée à la Grèce, à l'Archipel et au littoral de l'Asie Mineure.

Enfin la sixième et dernière partie comprend les arrosages et les travaux hydrauliques disséminés dans l'*Empire Romain*, notamment en Sicile, dans la Mauritanie, la Cyrénaïque, etc., etc.

M. **Defrance** met sous les yeux de l'Académie la table de marbre qui présente la grande *Orthocératite* dont il a fait l'objet d'une communication dans la séance du 10 novembre 1845.

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherche de l'arsenic et du cuivre dans les blés chaulés avec l'acide arsénieux et le sulfate de cuivre; par* M. J. GIRARDIN. (Supplément au Mémoire présenté dans la séance du 24 novembre 1845.)

« I. Existe-t-il de l'arsenic dans les blés provenant de semences chaulées avec l'acide arsénieux? C'est une question qu'on résout aujourd'hui généralement par la négative. Cependant, comme certains chimistes annoncent avoir obtenu de leurs analyses un résultat contraire, j'ai profité de ce que j'avais en ma possession d'assez grandes quantités de blés primitivement chaulés à l'arsenic, pour reprendre l'examen de cette grave question. Voici, en peu de mots, comment j'ai opéré.

» J'ai désorganisé la graine au moyen de l'acide sulfurique pur, opération fort longue, mais qu'on peut abréger en ayant le soin de concasser les grains fortement à l'avance. J'ai ensuite fait bouillir le magma charbonneux avec une suffisante quantité d'acide azotique et j'ai décanté la liqueur acide. Le charbon a été épuisé par l'eau distillée bouillante. Les eaux de lavage ont été réunies à la liqueur nitrique, et le tout a été concentré, avec addition successive de petites quantités de chlorate de potasse, jusqu'à décoloration complète de la liqueur. Celle-ci, réduite à un petit volume, a été mise à bouillir avec de l'acide sulfurique pour chasser tous les composés de l'azote et du chlore. Dans cet état, elle a été introduite dans un appareil de Marsh fonctionnant à blanc depuis quelque temps, et elle ne m'a fourni aucun indice d'arsenic.

» J'ai repris le charbon, primitivement épuisé par l'acide azotique et l'eau, et je l'ai incinéré dans un creuset neuf avec un excès de nitre pur. Le résidu salin, dissous dans l'eau, a été décomposé par l'acide sulfurique; la liqueur définitive, introduite dans l'appareil de Marsh, n'a donné aucune trace d'arsenic.

» J'ai répété ces expériences à plusieurs reprises en variant les modes de traitement, et en opérant toujours sur 2 kilogrammes de blé au moins, et jamais je n'ai pu constater dans les grains la moindre trace arsenicale. J'affirme donc que les blés, chaulés par moi en 1843 et 1844 au moyen de l'acide arsénieux, ont produit des semences absolument dépourvues d'arsenic....

» II. J'ai voulu vérifier si les blés provenant de semences chaulées avec le sulfate de cuivre contiennent quelques traces de ce dernier métal. On sait, par les expériences de MM. Springel, Boutigny et Vever, que les plantes cultivées dans un terrain qui a reçu de petites quantités de sulfate de

cuivre, renferment manifestement du cuivre dans leurs différents organes.

» En conséquence, j'ai incinéré plusieurs kilogrammes de blé venant de mes cultures chaulées au sulfate de cuivre. Les cendres ont été épuisées par l'acide azotique bouillant, et les liqueurs ont été évaporées jusqu'à siccité. Le résidu a été repris par une très-petite quantité d'eau, et dans cette liqueur légèrement acidulée j'ai fait tremper pendant vingt-quatre heures une grosse aiguille d'acier poli. Au bout de ce temps, l'aiguille était recouverte d'une enveloppe rougeâtre qui, détachée, m'a offert, au moyen des réactifs appropriés, tous les caractères du cuivre.

» Du blé provenant de semences non chaulées, traité de la même manière, ne m'a fourni que des traces insignifiantes de cuivre.

» Ainsi donc, contrairement à ce qui a lieu avec l'acide arsénieux, le blé qui a été chaulé avec le sulfate de cuivre donne des semences dans lesquelles il y a toujours une proportion de cuivre très-sensible. »

GÉOLOGIE. — *Remarques sur les observations de* M. Durocher, *relatives aux phénomènes erratiques de la Scandinavie.* (Extrait d'une Lettre de M. **Agassiz** à M. *Élie de Beaumont.*)

Sans entrer dans des discussions théoriques, sans même chercher à faire ressortir la nécessité qu'il y a de distinguer entre les phénomènes dus aux glaciers actuels et ceux qui peuvent dépendre de la fonte de glaciers plus étendus existant autrefois, ou se rattacher indirectement aux glaciers, M. Agassiz se borne à relever simplement ce qui lui paraît inexact dans la manière dont M. Durocher envisage les faits qu'il a observés. « Pour quiconque s'est appliqué à distinguer les polis des glaciers de ceux qui sont dus à l'action des eaux, il est évident, dit M. Agassiz, que les canaux et sillons ondulés, sinueux, bifurqués et anastomosés dont parle M. Durocher, ne sont pas de simples sillons creusés par des glaciers, mais bien des *karren* creusés par l'eau et rayés par le glacier, tels qu'on en voit plusieurs sous le glacier de Rosenlaui et sous celui de Viesch, où ces deux causes agissent encore simultanément maintenant. J'ai représenté ce phénomène avec tous ses accidents sur la *Pl. IX* de l'Atlas de mes *Études sur les glaciers*. Il y a ici deux faits bien distincts dus à deux causes différentes et qu'il ne faut pas confondre : le creusage des sillons sinueux occasionné par les courants d'eau qui serpentent sous le glacier, et le burinage de ces surfaces creuses, occasionné par le gravier et les fragments de rocher enchâssés dans la surface du glacier qui se moule sur son lit et qui raye au moyen de cet émeri au fur et à mesure qu'il avance, et cela en vertu de la pression que ces masses exercent sur la base qui les porte.

» Quant à l'assertion de M. Durocher, que les glaciers n'usent, ne polissent

et ne strient que par leur face inférieure, elle est complétement erronée. Les flancs des glaciers usent, polissent et rayent aussi bien que leur fond; ces flancs portent une quantité aussi considérable de fragments de rocher et de gravier enchâssés dans la glace que la face inférieure, et cette râpe agit de la même manière sur tous les points où elle est en contact avec le fond et les flancs des vallées qui contiennent les glaciers. Les localités où de semblables polis récents, en contact immédiat avec les glaciers qui les ont produits, sont le plus distincts, sont le glacier de Rosenlaui, celui de l'Aar, celui de Viesch, celui de Zermatt, celui de Gauli, etc., etc. Sur les flancs du glacier de Rosenlaui c'est le calcaire, sur ceux de l'Aar et de Viesch le granit, sur ceux de Gauli le gneiss, sur ceux de Zermatt la serpentine, qui sont polis, sillonnés et rayés. Enfin, que les parois rocheuses qui bordent les glaciers et qui sont en contact immédiat avec eux soient plus ou moins inclinées, qu'elles soient verticales, qu'elles surplombent même de manière à former des voûtes, sous lesquelles le glacier s'engage en s'y moulant peu à peu, à mesure qu'il avance, partout la surface des rochers en place présente le même poli et le même burinage que sur son fond. On observe des parois polies approchant plus ou moins de la verticale sur les flancs de tous les glaciers que j'ai cités plus haut; sur les bords de ceux de Rosenlaui, de l'Aar et de Viesch, il y a même des parois qui surplombent fortement, et dont la face inférieure, reposant sur le glacier, est aussi bien polie et rayée que le fond même sur leqnel le glacier repose, et cela se conçoit facilement lorsqu'on sait comment les glaciers suivent toutes les sinuosités des vallées qui les contiennent et se moulent dans toutes leurs anfractuosités. Il n'est pas inutile de rappeler que dans ce cas ce sont les fragments de rocher qui gisent à la surface des glaciers, et qui s'enchâssent entre eux et les flancs de la vallée qui servent d'émeri. La plus belle voûte dans laquelle j'ai vu le bord d'un glacier s'engager est située au-dessous du grand plateau de névé qui s'étend du col de l'Oberaar, jusqu'à l'endroit où le glacier de Viesch s'encaisse dans la vallée par laquelle il s'écoule. Elle se trouve sur la rive droite du glacier, près d'un petit lac au pied de l'Aeggishorn; on en voit une semblable près de l'extrémité du glacier de Rosenlaui, également sur son flanc droit; enfin, je puis en citer une troisième sur le flanc gauche du glacier de l'Aar, au pied de la cime du Rothorn de l'Aar.

» Ces faits prouvent jusqu'à l'évidence que l'argumentatiou de M. Durocher contre l'action des glaciers n'a aucun fondement réel, puisque nous observons dans une foule de localités les phénomènes qu'il considère comme incompatibles avec l'action des glaciers, produits par les glaciers actuels eux-mêmes.

» Du reste, je n'ai jamais prétendu que l'action des eaux fût étrangère aux

phénomènes glaciaires; bien au contraire, j'ai toujours cherché à distinguer la part qui est due au glacier proprement dit, de celle qu'il faut attribuer aux effets de la fonte des glaciers et aux torrents qui en résultent; j'ai cité maint exemple de graviers stratifiés par les eaux encaissées sur les bords des glaciers ou découlant de leur extrémité. Ce que je maintiens, d'après l'étude des faits que j'ai observés et comparés, c'est que les glaciers ont eu jadis une immense étendue, que l'on parviendra à préciser toujours davantage, à mesure que l'on apprendra à mieux distinguer les phénomènes dus aux glaciers de ceux qui ont été produits par les courants d'eau. J'ai démontré l'existence de vastes glaciers dans des contrées où il n'en existe plus, par exemple en Écosse, en Angleterre et en Irlande, et je ne saurais douter, d'après la nature des faits qui ont été signalés en Norwége et en Suède, que ce que l'on a appelé le phénomène erratique du Nord n'ait sa principale cause dans l'existence d'immenses glaciers qui, en disparaissant, ont donné lieu à des courants, auxquels on voudrait attribuer le phénomène tout entier, mais qui, en réalité, ne peuvent avoir produit qu'une partie de ces effets, que des recherches ultérieures nous apprendront sans doute à distinguer partout. Du reste, je prends acte, dès à présent, d'une concession importante faite à la théorie des glaciers par son antagoniste le plus constant, c'est que, d'après M. Durocher lui-même, les glaciers usent, polissent et strient par la surface inférieure, en vertu de la pression qu'ils exercent sur leur fond, et de leur mouvement de progression.

» Dans quelques semaines j'espère avoir terminé mes préparatifs de départ et aller passer quelque temps à Paris avant de traverser l'Atlantique. Je prépare dans ce moment un travail tout nouveau sur la délimitation des faunes maritimes dans la création actuelle, que j'espère achever à temps pour le communiquer à l'Académie lors de mon passage à Paris. »

GÉOLOGIE. — *Remarques à l'occasion des observations de* M. Durocher *sur les phénomènes erratiques de la Scandinavie.* (Extrait d'une Lettre de M. **Eugène Robert** à M. *Élie de Beaumont.*)

« On s'est de nouveau occupé dernièrement des traces d'érosion que présente la surface du globe en Europe, sur les roches primordiales de la Scandinavie, sur les roches secondaires et même tertiaires en France (j'ajouterai sur les roches volcaniques en Islande). Ces traces sont caractérisées tantôt, et généralement, par des formes arrondies mamelonnées (1), tantôt

(1) Dans l'Atlas géologique des voyages de la corvette *la Recherche*, en Scandinavie, en Laponie et au Spitzberg, j'ai cherché à rendre le relief que ce genre d'altération imprime aux

creusées en forme de sillons (sulcatures de M. Durocher) de vases (pots de géants), de puits, de cavernes; mais il me semble qu'on n'a tenu nul compte des effets actuels de la mer.

» Or, au pied de ces mêmes falaises de la Normandie, de la Picardie, qui offrent des puits, des sillons profonds, la mer, ainsi que je l'ai signalé depuis longtemps (1), à marée basse, laisse voir dans son lit des sillons creusés par elle, exactement semblables aux premiers. Ils sont parallèles entre eux, tortueux et généralement plus larges au fond qu'à l'entrée. L'agent *sulcateur*, suivant encore l'expression de M. Durocher, est évidemment une masse liquide (la mer), qui dans ses mouvements de va-et-vient, lorsque la marée monte ou descend, entraîne du sable, des cailloux roulés, chargés de *sulcaturer* la roche.

» Des phénomènes identiques me paraissent avoir lieu sur les côtes de la Baltique en Scandinavie, mais ne sont plus déterminés par les marées. Dans les tempêtes, la mer sort de son lit, entraîne du sable, des galets, et leur fait creuser des sillons qu'il est facile de reconnaître au cul-de-sac quelquefois recourbé qui les termine vers la terre. Ces sillons, que j'ai eu occasion d'observer fréquemment sur les côtes de Norwége, parcourues, à cet effet, en bateau, qui ne me semblent qu'être la continuation de ceux qu'on observe plus avant dans le pays, lesquels j'ai dessinés et décrits dans ma partie géologique du *Voyage en Scandinavie*, pages 69 et suivantes, sont bien, dis-je, comme l'a indiqué M. Durocher pour ses sillons, sinueux, plus larges au fond qu'à l'entrée et striés sur toutes leurs parois. Dans presque tous les cas, ils m'ont paru correspondre à des filons plus faciles à désagréger que le reste de la roche. Dans un long Mémoire que j'ai présenté à l'Académie des Sciences, il y a déjà deux ans, et pour lequel j'ai eu l'honneur d'avoir comme Commissaires MM. Al. Brongniart, Cordier et Élie de Beaumont, j'ai insisté sur ces phénomènes encore en activité, qui me semblent jeter un grand jour sur les traces d'érosion en général, quelles que soient d'ailleurs leurs formes. J'en inférais surtout que ce rapprochement ne pouvait guère être favorable à l'opinion des glacialistes.

» Au sujet encore de l'abondance de certains blocs erratiques dans le voisinage de leur point de départ, ce dont il a été fait aussi mention dans la même séance, et eu égard également aux forces agissantes de nos jours, je dirai qu'il suffit de passer un hiver en Suède pour prendre la nature sur le fait, pour voir des rochers énormes réduits en fragments sous l'influence de

---

côtes de toute la Scandinavie, et que j'ai désigné sous le titre de *Traces anciennes de la mer.*

(1) *Bulletin de la Société géologique de France,* 1re série, tome III, page 210.

la dilatation de l'eau glacée qui pénètre dans leurs fissures. Leur dispersion, comme celle de tous les gros blocs erratiques à peine émoussés sur les angles, peut alors s'expliquer facilement, tant par suite de la déclivité du terrain qui a favorisé les éboulements jusqu'au bord de la mer, que par l'action de glaces agissant comme radeaux au fur et à mesure que la Scandinavie s'émergeait. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observation sur la haute température observée dans un puits foré à Neuffen (Wurtemberg); par* M. A. DAUBRÉE.

« De tous les accroissements de température constatés jusqu'à ce jour dans les excavations profondes à l'aide de procédés exacts, le plus rapide est celui observé par M. le comte de Mandelslohe, dans un puits foré près de Neuffen au Wurtemberg.

» D'après les résultats consignés par M. de Mandelslohe dans le *Jahrbuch von Leonhard und Broun*, 1844, page 440, l'orifice de ce puits est à 420 mètres au-dessus du niveau de la mer, et à 326 mètres au-dessous du plateau de l'Alpe du Wurtemberg, au pied de laquelle il est situé; sa profondeur atteint 385 mètres. Les roches dans lesquelles il est foré jusqu'à 245 mètres de la surface consistent en schistes noirâtres bitumineux appartenant à l'oolite inférieure, puis plus bas en couches calcaires et marneuses du lias. Ces dernières s'étendent jusqu'au fond du puits, qui a par conséquent été arrêté avant qu'on ait atteint les couches keupériennes, but de l'exploration.

» Des mesures ont été prises avec le géothermomètre de M. Magnus en douze points, depuis la profondeur de 30 mètres jusqu'au fond, où l'instrument indiqua 38°,7 centigrades. La moyenne de toutes ces mesures, qui sont à très-peu près concordantes, donne un accroissement de 1 degré centigrade par $10^{m},5$ d'approfondissement. Cette progression, au moins trois fois plus rapide que dans la plupart des autres contrées, surpasse même celle de 1 degré centigrade par 13 mètres, observée à Monte-Massi, en Toscane, dont jusqu'alors le rapport était le plus élevé qui fût bien constaté. Cependant le fond du puits en question est à 35 mètres au-dessus de l'Océan.

» Sans chercher à discuter ici les différentes circonstances, telle que la présence de la pyrite de fer dans le schiste, qui ne pourraient avoir qu'une légère influence sur cette sorte d'anomalie, je signalerai le fait par lequel le puits de Neuffen diffère surtout des autres puits pour lesquels on possède des mesures comparatives.

» Les produits de nombreuses éruptions basaltiques s'observent autour de Neuffen, tant au pied que sur le plateau de l'Alpe.

» La sortie du basalte dans l'Alpe du Wurtemberg est très-moderne; car, comme M. de Mandelslohe l'a montré depuis longtemps dans son important travail sur cette contrée (1), elle est postérieure à la formation du calcaire d'eau douce, riche en débris de quadrupèdes, qui se trouve en différentes parties de l'Alpe. L'action calorifique que la roche ignée a fait subir au calcaire encaissant est encore reconnaissable à la texture cristalline, et souvent à la structure bacillaire de ce dernier. Si l'on réfléchit à la lenteur avec laquelle se meut la chaleur à partir des régions profondes et au travers de masses aussi peu conductrices que les roches, on ne sera pas surpris que l'échauffement communiqué par le basalte aux couches stratifiées jurassiques ne soit pas encore dissipé par son rayonnement dans l'espace, au moins à une certaine profondeur. Il est, au contraire, étonnant que jusqu'à présent la trace thermométrique de la chaleur de ces anciennes roches ignées n'ait été signalée dans aucun point. Telle me paraît être la cause de l'accroissement anormal observé à Neuffen.

» M. Léopold Pilla, en rendant compte des températures remarquablement élevées qu'il a observées à Monte-Massi avec MM. Matteucci et Bunsen, pense que la haute température du fond de ce puits n'est pas l'effet d'une *influence plutonique locale*, mais que le *noyau igné central doit se trouver plus près de la surface terrestre en Italie qu'en Angleterre*; mais aucune considération n'engage à étendre cette explication hypothétique au Wurtemberg (2).

» Quant à l'accroissement aussi très-élevé observé à Jakoutysk (3), en Sibérie, dans un sol constamment gelé et de formation très-récente, il doit être attribué, selon toute vraisemblance, à une autre cause, et probablement au degré de conductibilité des couches glacées que ce puits traverse. »

M. **Duflot de Mofras** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des Candidats pour une place de Correspondant vacante dans la Section de Géographie et de Navigation.

(Renvoi à la Section de Géographie et de Navigation.)

M. **Marton** écrit de Stuttgard, relativement à l'*existence de l'ergot chez diverses espèces de Graminées non cultivées*, et adresse des spécimens qui montrent le développement de la maladie sur un *Holcus* et sur deux espèces d'*Avena*, dont une, qui paraît être l'*A. elatior*, en est très-fréquemment

(1) *Mémoires de la Société du Muséum d'histoire naturelle de Strasbourg.*

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1843, tome XVI, page 1326.

(3) *Annales des Mines de Russie*, 1838, page 343.

attaquée. Ces échantillons ont été trouvés « dans des vallées ombrageuses et humides de la forêt Noire, où le soleil ne perce que rarement le feuillage épais des sapins »; c'est-à-dire, comme le remarque M. Marton, sur des végétaux qui se trouvent normalement dans des circonstances analogues à celles qui, en certaines années, favorisent le développement de l'ergot chez les céréales, et particulièrement chez le seigle.

(La Lettre et les échantillons qui l'accompagnent sont renvoyés à l'examen de M. Ad. Brongniart.)

M. **Amblard** demande et obtient l'autorisation de reprendre une Note qu'il avait précédemment soumise au jugement de l'Académie, et sur laquelle il n'a pas été fait de Rapport.

M. **Pucheran** adresse un paquet cacheté.

L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 6 heures. F.

ERRATUM.

Page 1316, ligne 31, dans quelques exemplaires seulement, *au lieu de* MM. Flourens, Milne Edwards, *lisez* MM. Flourens, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire et Milne Edwards.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres:

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1845; n° 23; in-4°.

Leçons d'Anatomie comparée, contenant les organes de la génération et des sécrétions, avec une Leçon complémentaire des organes de relations; par G. Cuvier *et* M. Duvernoy; tome VIII, 2e édit., corrigée et augmentée; in-8°.

Recherches sur les Arrosages chez les peuples anciens; par M. Jaubert de Passa; 1re partie. — *De l'Arrosage dans l'Empire Assyrien.* In-8°.

Annales maritimes et coloniales; par MM. Bajot *et* Poirré; nov. 1845; in-8°.

Illustrationes Plantarum orientalium, ou Choix de Plantes nouvelles ou peu connues de l'Asie occidentale; par M. le comte Jaubert *et* E. Spach; livr. 14, 15, 16; in-4°.

Histoire de la Maladie des Pommes de terre en 1845; *par* M. Decaisne; in-8°.

De l'Épidémie des Pommes de terre; par M. Rod. Blanchet; 1 feuille in-8°.

Atlas élémentaire de Botanique, avec le texte en regard, comprenant l'Organographie, l'Anatomie et l'Iconographie des familles d'Europe; par M. E. Lemaout; *ouvrage contenant* 2340 *figures dessinées par* MM. Steinheil *et* Decaisne; in-4°.

Recherches historiques, zoologiques, anatomiques et paléontologiques sur la Girafe; par MM. Joly *et* Lavocat; in-8°.

Importance d'un traitement scientifique des Maladies des Dents; par M. SCHLEIND ; 1 feuille in-12.

Nouveaux renseignements sur l'usage du Daguerréotype; par M. CH. CHEVALIER ; brochure in-8°.

Le Calorique substitué à l'Oxygène comme agent de la combustion et principe oxydifiant et acidifiant, ou Démonstration de l'erreur du Système chimique de Lavoisier ; *par* M. HIPP. AMBLARD ; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; tome VIII; décembre 1845; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; décembre 1845; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; décembre 1845; in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; décembre 1845; in-8°.

Bulletin de la Classe physico-mathématique de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; tome IV ; in-4°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, VIe série. — *Sciences mathématiques, physiques et naturelles,* tome VI; 2e partie. — *Sciences naturelles,* tome IV; 6e livraison; in-4°.

Mémoires présentés à l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, par divers savants, et lus dans ses assemblées; tome IV; 6e livraison; in-4°.

Recueil des Actes de la séance publique de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, tenue le 29 décembre 1844; in-4°.

Observations et Inductions microscopiques sur quelques parasites; par M. le docteur GROS. (Extrait du *Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou;* tome XVIII.) Brochure in-8°.

Note sur un cas de communication entre l'artère pulmonaire et l'aorte descendante, observée chez le Singe hurleur et le Veau marin; par M. POELMAN. Gand, 1845; in-8°.

De Quantitate relativa et absoluta acidi carbonici ab homine sano et ægroto exhalati; auctore ADOLPHO HANNOVER. Hauniæ, 1845; in-8°.

Du climat de Venise et des ressources salutaires qu'il offre; Réflexions par M. ALEXANDRI TASSINARI. Venise, brochure in-8°.

Raccolta... *Recueil des Notes et Discours lus ou écrits à la mémoire du professeur* V.-L. BRERA ; publié par les soins de M. TASSINARI ; in-8°.

A natural history... *Histoire naturelle des Mammifères; par* M. WATERHOUSE ; 3e livraison; in-8°.

Das Schielen... *Du Strabisme et de la Section des moteurs de l'œil considérée sous le rapport de l'influence qu'elle peut exercer sur la position et sur les fonctions de l'organe de la vue; par* M. L. BÖHM. Berlin, 1845; in-8°.

Nachrichten... *Nouvelles de l'Université et de l'Académie des Sciences de Gottingue;* n°s 6 à 9; in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 50; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 148-150; in-fol.

L'Écho du monde savant, n°s 46 et 47.

La Réaction agricole; n° 77.